

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи та засоби підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СІМ-61
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Крамар Т. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Тиш Є. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н. С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач
кафедри

(підпис)

Осухівська Г. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Крамару Тарасу Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та засоби підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку

Керівник роботи Тиш Євгенія Володимирівна к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 01 » 12 2023 року № 4/7-1132

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Методи оптимізації енергомережі закладу відпочинку, код програми на мові C++, програми на мові javascript, код серверної частини на мові php.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ, РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ

СИСТЕМ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В

НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ВИСНОВКИ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Тема і актуальність, Мета і задачі дослідження, Алгоритм реалізації цифрових близнюків

для компонентів системи контролю електроенергії закладу відпочинку, Блок-схема

алгоритму впровадження прогностичного моделювання до управління енергетичною

ефективністю закладу відпочинку, Блок-схема алгоритму впровадження штучного

Інтелекту, Алгоритм зчитування напруги, мікроконтролер STM32 F103C8T6, Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА	<i>Осухівська Г.М.</i>		
БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	<i>Стадник І. Я.</i>		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розділ 1 аналіз предметної області та огляд Існуючих рішень</i>	<i>22.11.2023</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Розділ 2 аналіз сучасних методів підвищення Ефективності комп'ютеризованих систем Експорту електроенергії</i>	<i>24.11.2023</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Розділ 3 реалізація методів підвищення Ефективності комп'ютеризованих систем Експорту електроенергії</i>	<i>02.12.2023</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Розділ 4 охорона праці та безпека в надзвичайних Ситуаціях</i>	<i>12.12.2023</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>16.12.2023</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Оформлення графічного матеріалу</i>		<i>Виконано</i>
7	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи Магістра</i>	<i>20.12.2023</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи магістра</i>	<i>27.12.2023</i>	<i>Виконано</i>

Студент

(підпис)

Крамар Т. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Тиш Є. В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та засоби підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку // Кваліфікаційна робота магістра // Крамар Тарас Ігорович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії, група СІм-61 // Тернопіль 2023 // с. – 70, рис. – 21, табл. – 1, аркушів А1 – , додат. – 1, бібліогр. – 26.

Ключові слова: оптимізація, енергомережа, енергоменеджмент комп'ютеризована система, кваліфікаційна робота.

Магістерська робота присвячена вивченню та розробці методів та засобів підвищення ефективності комп'ютеризованих систем експорту електроенергії для користувачів у закладах відпочинку. У роботі розглядаються питання обліку, моніторингу та управління споживанням електроенергії, використання систем енергоменеджменту та штучного інтелекту для оптимізації ресурсів. Досліджуються архітектура та апаратні засоби енергомереж, а також впровадження прогностичного моделювання для прогнозування споживання енергії закладом відпочинку.

Робота також розглядає можливості використання сучасних технологій, таких як штучний інтелект та інтернет речей, для моніторингу та автоматизації управління енергомережою. Отримані результати можуть бути використані для покращення ефективності використання електроенергії та забезпечення сталого розвитку енергетичних систем у сфері відпочинку.

ANNOTATION

Methods and Means to Improve the Efficiency of Computerized Electricity Export Systems for Users in Recreational Facilities // Master's graduation thesis // Kramar Taras Ihorovych // Ivan Pul'uj Ternopil National Technical University, Faculty of Computer and Information Systems and Software Engineering, Group CSim-61 // Ternopil 2023 // p. – 70, fig. – 21, tab. – 1, sheets A1 – , app. – 1, bibl. – 26.

Keywords: optimization, power grid, energy management, computerized system, qualification paper.

This master's thesis is dedicated to studying and developing methods and means to enhance the efficiency of computerized electricity export systems for users in recreational facilities. The work addresses issues related to accounting, monitoring, and control of electricity consumption, the utilization of energy management systems, and artificial intelligence for resource optimization. It investigates the architecture and hardware components of power networks, along with the implementation of predictive modeling to forecast energy consumption in recreational establishments. The study also explores the possibilities of leveraging modern technologies such as Artificial Intelligence and the Internet of Things for monitoring and automating the management of energy networks. The obtained results can be applied to improve the efficiency of electricity usage and ensure the sustainable development of energy systems in the recreational sector.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ...	11
1.1. Аналіз основних понять у предметної області.....	11
1.2. Задачі і проблеми що виникають в життєвому циклі енергомережі	12
1.3. Огляд систем керування розподілом електроенергії.....	14
1.4. Проблеми передачі електроенергії до закладів відпочинку	19
1.5. Висновки до розділу.....	21
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ КОМП'ЮТИРИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	22
2.1. Оптимізація та автоматизація алгоритмів керування.....	22
2.2. Засоби обліку електроенергії та енергоменеджменту	23
2.3. Метод цифрових близнюків	26
2.4. Метод прогностичного моделювання	28
2.5. Штучний інтелект і машинне навчання в контексті систем експорту електроенергії	30
2.6. Протокол комунікації компонентів системи MODBUS.....	33
2.7. Висновки до розділу.....	38
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	39
3.1 Впровадження цифрових близнюків в систему контролю експорту електроенергії	39
3.2. Впровадження прогностичного моделювання до управління енергетичною ефективністю закладу відпочинку	42
3.3. Реалізація системи на основі штучного інтелекту.....	46
3.4. Апаратна реалізація зчитування електроенергії	48
3.5. Обґрунтування вибору методу контролю електропостачання	54
3.6. Висновки до розділу.....	55
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	56

4.1 Охорона праці в галузі	56
4.2. Оцінка стійкості роботи промислового підприємства до впливу вторинних вважаючих факторів.....	59
4.3. Попередження аварій на виробництвах із застосуванням хлору. Вплив хлору на людей. Перша допомога. Профілактика уражень.	60
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	65
ДОДАТОК А Тези конференції	68

ВСТУП

Актуальність теми: Сучасні заклади відпочинку використовують велику кількість електроприладів та систем реалізованих на використанні електроенергії. Сучасне суспільство вимагає стабільної та ефективної роботи електромереж загального використання для забезпечення належного рівня електропостачання споживачів. За останні роки спостерігається швидке зростання технологій, а також зростання залежності сучасного суспільства від комп'ютеризованих систем. Електроенергетика є однією з найважливіших сфер, яка відчула величезний вплив цього технологічного прогресу. Особливо щодо освітлення, опалення та загальної енергетичної інфраструктури закладів відпочинку. Зростання кількості електроприладів, зміни енергетичних вимог та збільшення навантаження на електричні мережі створюють складні виклики для їх організації та управління. Тому дослідження методів та засобів організації станцій електромереж є актуальним завданням для енергетичної галузі. Активний розвиток та модернізація закладів відпочинку, таких як готелі, курорти та туристичні комплекси, призводять до зростання попиту на електроенергію. Із зростанням обсягів використання електроприладів та інтенсифікацією туристичного потоку, ефективне управління та розподіл електроенергії стає завданням, яке потребує системного та дослідницького підходу.

Мета і задачі дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка методів та засобів підвищення ефективності роботи комп'ютеризованої системи експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку.

Для досягнення зазначеної мети потрібно виконати такі задачі:

- Здійснити огляд існуючих систем контролю експорту електроенергії;
- Дослідити основні підходи до побудови комп'ютеризованих систем контролю експорту електроенергії;
- Реалізувати методи підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку.

Об'єкт дослідження. Процес експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку.

Предмет дослідження. Методи та засоби побудови комп'ютеризованої системи експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку.

Методи дослідження: Для досягнення поставленої мети в рамках кваліфікаційної роботи "Методи та засоби підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії у закладах відпочинку" можуть бути використані різноманітні методи дослідження. До них включаються: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих методів і засобів контролю експорту електроенергії; емпіричні дослідження – збір та аналіз конкретних даних щодо функціонування комп'ютеризованих систем експорту електроенергії в конкретних закладах відпочинку; моделювання та симуляції – використання математичних та комп'ютерних моделей для аналізу та прогнозування роботи систем експорту електроенергії в різних умовах та сценаріях; аналіз даних та статистична обробка – використання статистичних методів для обробки отриманих даних та виведення об'єктивних висновків.

Наукова новизна отриманих результатів.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному:

– Запропоновано сучасні методи та засоби підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії до закладів відпочинку, що дають можливість визначати кращі альтернативи в задачах розробки систем контролю експорту електроенергії.

– Набуло подальшого розвитку використання методів цифрових близнюків, прогностичного моделювання та штучного інтелекту для більш ефективного енергоменеджменту закладів відпочинку, які засновані на розроблених алгоритмах їх використання.

Практична цінність результатів дослідження пролягає у низці аспектів, що можуть бути корисними в галузі енергоменеджменту та експлуатації систем експорту електроенергії в закладах відпочинку, що надають можливість ефективного управління енергетичними ресурсами в реальному часі, що важливо для забезпечення оптимального функціонування систем. Розроблені методи та технології дозволяють

зменшити витрати на електроенергію, що є актуальним для експлуатуючих організацій закладів відпочинку.

Публікації. Результати дослідження апробовано на XI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 13-14 грудня 2023 року):

1. Тиш Є.В., Крамар Т.І. Сучасні технології роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 13-14 грудня 2023 року).

2. Тиш Є.В., Крамар Т.І. Методи та засоби забезпечення стабільного функціонування електромереж під час погодних аномалій. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 13-14 грудня 2023 року).

Структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра містить розрахунково-пояснювальну записку та графічний матеріал. До складу записки входить вступ, 4 розділи, загальні висновки, список використаних джерел і додаток. Обсяг роботи: кваліфікаційної роботи – 66 арк. формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

1.1. Аналіз основних понять у предметної області

Систем експорту електроенергії в загальному можна поділити на системи керування передачею електроенергії і системи керування розподілом електроенергії [1].

Системи керування передачею електроенергії спеціалізуються на оптимізації та керуванні передачею великих обсягів електроенергії через великі високовольтні лінії трансмісії. Такі системи орієнтовані на енергетичні мережі вищих рівнів, які забезпечують передачу енергії на великі відстані від виробників електроенергії до підстанцій розподілу. Системи керування передачею електроенергії включають в себе функції моніторингу, діагностики, а також керування навантаженням та потужністю, забезпечуючи стійке та ефективне енергопостачання національних або регіональних рівнів.

У той час як системи керування передачею електроенергії зосереджені на великих мережах трансмісії, системи керування розподілом електроенергії орієнтовані на оптимізацію та керування низьковольтними мережами розподілу, які забезпечують енергію для кінцевих користувачів. Системи керування розподілом електроенергії включають в себе функції, такі як моніторинг та керування обладнанням на підстанціях розподілу, оптимізація дистрибуційних мереж, аварійне відновлення та інші заходи з метою підвищення продуктивності та надійності роботи локальних мереж розподілу.

Ступінь ефективності систем передачі та розподілу електроенергії залежить від здатності забезпечувати стабільне постачання електроенергії, а також від втрат електроенергії під час транспортування енергії від виробничих джерел до кінцевих споживачів. Втрати електроенергії є неприємним фактором що впливає на загальну продуктивність систем і вартість для користувачів. Для забезпечення ефективності та стабільності систем передачі та розподілу електроенергії системі необхідно мати

здатність адаптуватися до пікових навантажень, а також враховувати коливання в споживанні. Інтелектуальні комп'ютеризовані системи керування можуть оптимізувати розподіл ресурсів і уникнути перевантажень, реагуючи на пікові навантаження у мережі.

Системи моніторингу електромереж у реальному часі вважаються важливою частиною електроенергетичних систем, оскільки вони забезпечують постійний і актуальний контроль за станом електромереж. Моніторинг напруги та струму в різних точках електромережі є однією з основних функцій цих систем. Це дозволяє операторам швидко реагувати на зміни та виявити аномалії, які можуть виникнути через перевантаження, короткі замикання та інші проблеми.

Визначення навантаження та потужності також важливе для оптимізації роботи мережі. Системи моніторингу в реальному часі забезпечують точний аналіз параметрів енергетики, що допомагає визначити періоди пікового навантаження та оцінити споживання енергії. Це не тільки дозволяє відповідати потребам мережі, але й сприяє розумному використанню ресурсів і зменшенню втрат електроенергії. Крім того, системи моніторингу реального часу виконують прогнозування та аналіз витрат енергії, що дозволяє операторам планувати обслуговування ефективно та запобігати відмовам. Такі системи містять передові технології та алгоритми, які допомагають сучасним електромережам працювати ефективно та стабільно.

1.2. Задачі і проблеми що виникають в життєвому циклі енергомережі

Життєвий цикл енергомережі — це концепція, що визначає різні етапи в житті інфраструктури електропередачі та розподілу електроенергії, починаючи від її створення або розробки і завершуючи вилученням з експлуатації чи модернізацією. Цей цикл включає в себе ряд критичних етапів, кожен з яких має свої власні завдання та труднощі [2].

Етапи життєвого циклу енергомережі діляться на:

1. проектування;
2. будівництво;

3. експлуатація та обслуговування;
4. розширення та модернізація;
5. моніторинг та оптимізація;
6. вилучення з експлуатації;

Цикл охоплює різноманітні завдання та проблеми, починаючи від етапу проектування коли визначаються плани, технічні специфікації та отримуються ліцензії. На етапі будівництва виконуються інженерні рішення, контролюється дотримання бюджету та термінів. Після введення в експлуатацію починається етап експлуатації та обслуговування. У цьому етапі планується та виконується регулярне обслуговування, а також підтримується нормальний режим роботи. Зростання попиту на енергію може призвести до етапу модернізації та розширення, який включає розширення інфраструктури та впровадження найсучасніших технологій. Завдання безпечного вилучення та екологічно чистої утилізації застарілої інфраструктури виникають, коли настає етап вилучення з експлуатації та переробки.

Життєвий цикл енергомережі включає різноманітні етапи від проектування та будівництва до експлуатації та зняття з експлуатації. Протягом цього циклу можуть виникати різні завдання та проблеми:

- Вибір технологій: розробка оптимального технічного рішення та вибір технологій, що відповідають сучасним стандартам та майбутнім потребам.
- Ліцензування та регулювання: вирішення питань, пов'язаних із здобуттям ліцензій, дозволів та дотриманням регуляторних вимог.
- Бюджет та терміни: контроль бюджету та виконання будівельних робіт в обумовлені терміни.
- Екологічна узгодженість: дотримання екологічних норм та узгодження з місцевою громадою.
- Моніторинг та діагностика: постійне ведення моніторингу та діагностика системи для запобігання несправностей та оптимізації роботи.
- Енергоефективність: забезпечення ефективної експлуатації системи та постійне покращення енергоефективності.

- Відповідність технічним стандартам: постійне оновлення та модернізація для відповідності сучасним технічним та екологічним вимогам.
- Розширення мережі: ефективне планування та впровадження розширень для задоволення зростаючого попиту на електроенергію.
- Безпека при вилученні: забезпечення безпечного та екологічно чистого вилучення об'єкта з експлуатації.
- Переробка обладнання: розробка та впровадження планів щодо вилучення та переробки застарілого обладнання.

1.3. Огляд систем керування розподілом електроенергії

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — це системи нагляду та збору даних, які використовуються для моніторингу та керування промисловими процесами в режимі реального часу (рис. 1.1). Ці системи грають важливу роль у сферах, таких як електроенергетика, виробництво, водопостачання, нафтогазова промисловість та інші галузі, де необхідна автоматизація та контроль над великими технічними процесами.

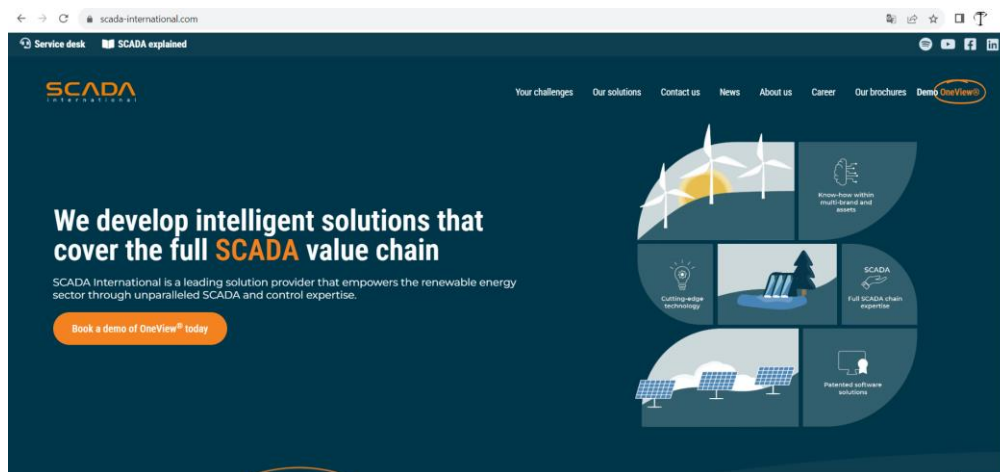


Рис. 1.1. Головна сторінка компанії SCADA

Переваги SCADA-систем полягають у наступних факторах:

- Реальний час: SCADA дозволяє отримувати дані та керувати процесами в режимі реального часу, що є критично важливим для промислових систем та енергетики.

- Моніторинг та керування: забезпечення операторам та інженерам інструментів для ефективного моніторингу та керування промисловими процесами з централізованого місця.

- Збір та аналіз даних: SCADA-системи дозволяють збирати та аналізувати великі обсяги даних, що може бути використано для оптимізації виробництва та прийняття стратегічних рішень.

- Віддалений доступ: можливість віддаленого доступу до системи для моніторингу та керування, що полегшує вирішення проблем та реагування на аварійні ситуації.

- Автоматизація: вбудовані алгоритми та можливості автоматизації дозволяють системі самостійно приймати рішення та виконувати дії в реальному часі.

До недоліків SCADA-систем відносять такі пункти як:

- Безпека: з огляду на зростання кількості кіберзагроз та кібератак, SCADA-системи можуть стати об'єктом атак та потенційно вразливими до витоків даних чи порушень безпеки.

- Вартість: реалізація та підтримка SCADA-систем може бути високою вартістю, особливо для менших підприємств.

- Сумісність: існує проблема інтеграції SCADA-систем з іншими обладнаннями та програмним забезпеченням, що вже використовується на підприємстві.

- Підтримка та навчання персоналу: вимагає великої кількості часу та ресурсів для підготовки персоналу та підтримки системи на протязі її життєвого циклу.

- Обмежені можливості на високих швидкостях: SCADA-системи можуть стати обмеженими на високих швидкостях обробки даних, що важливо в окремих промислових процесах.

Siemens AG, штаб-квартира якої розташована в Мюнхені, Німеччина, є однією з найбільших та найвпливовіших компаній у світі в галузі промислової автоматизації, енергетики, медичної техніки та інфраструктурних рішень (рис. 1.2). Siemens є глобальним конгломератом, що об'єднує різноманітні ділянки бізнесу. Автоматизація та контроль є основними напрямками діяльності Siemens, і в цьому контексті компанія пропонує широкий спектр продуктів і рішень. Він включає програмні продукти для автоматизованих систем управління процесами та автоматизації, таких як DMS-системи.

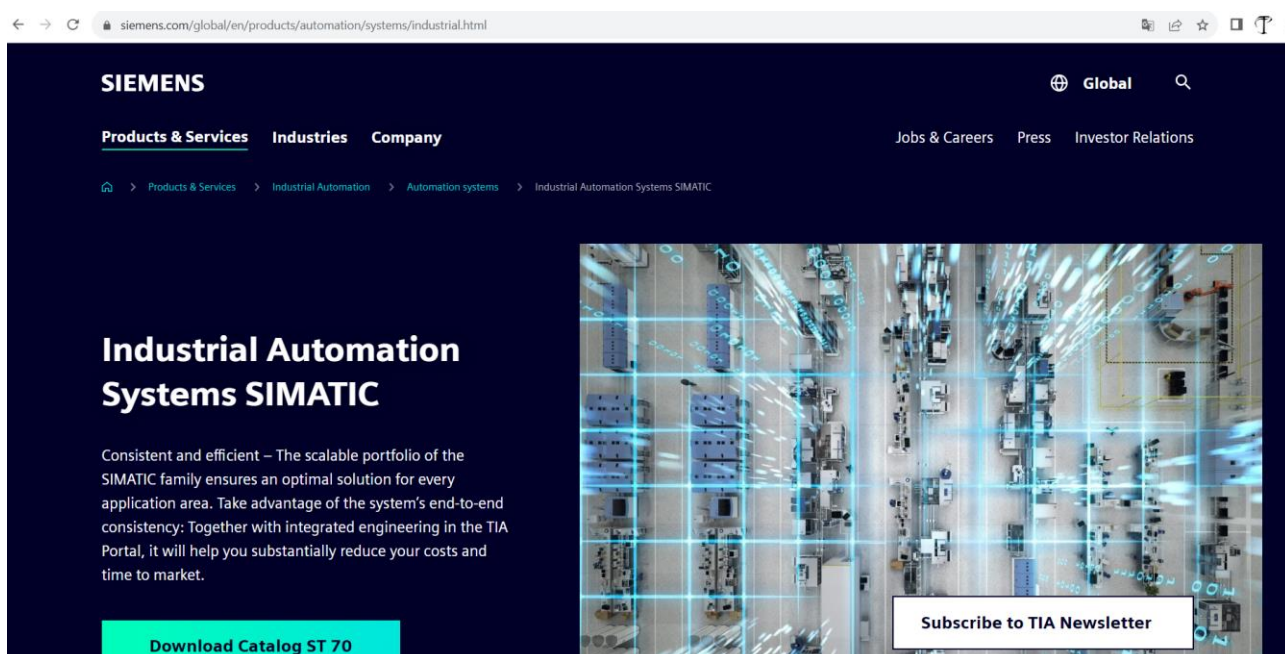
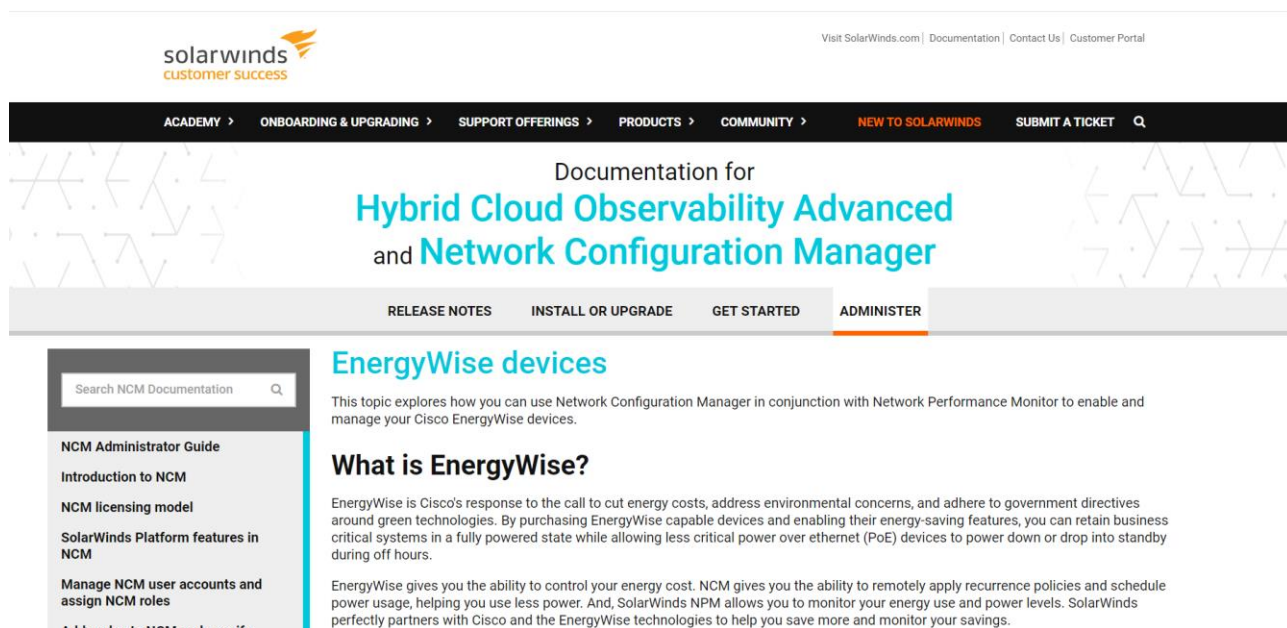


Рис. 1.2. Сторінка системи SIMATIC на сайті компанії Siemens AG

Системи SIMATIC відрізняються високим ступінем інтеграції з іншими продуктами, що дозволяє створювати комплексні автоматизовані рішення і додатково підтримує технології Інтернету речей (IoT), що дозволяє впроваджувати концепції промислової Інтернету речей для підвищення ефективності та забезпечення зручності управління. Хоча у зв'язку з великим функціоналом та можливостями системи, реалізація системи SIMATIC може бути складною і вимагати висококваліфікованого персоналу для впровадження та підтримки [18].

Cisco EnergyWise є інтелектуальною системою управління енергетичними ресурсами, розробленою для моніторингу, контролю та оптимізації споживання електроенергії в корпоративних мережах та інфраструктурі (рис. 1.3). Ця програма представляє собою інтегроване рішення, яке дозволяє організаціям вдосконалювати енергоефективність та знижувати витрати, забезпечуючи централізоване керування різноманітними пристроями та обладнанням.



The screenshot shows the SolarWinds documentation website. At the top left is the SolarWinds logo with the tagline 'customer success'. To the right, there are links for 'Visit SolarWinds.com', 'Documentation', 'Contact Us', and 'Customer Portal'. Below this is a dark navigation bar with white text for 'ACADEMY', 'ONBOARDING & UPGRADING', 'SUPPORT OFFERINGS', 'PRODUCTS', 'COMMUNITY', 'NEW TO SOLARWINDS', and 'SUBMIT A TICKET'. The main heading reads 'Documentation for Hybrid Cloud Observability Advanced and Network Configuration Manager'. Below the heading is a sub-navigation bar with 'RELEASE NOTES', 'INSTALL OR UPGRADE', 'GET STARTED', and 'ADMINISTER'. The 'ADMINISTER' tab is active. On the left, there is a search bar labeled 'Search NCM Documentation' and a list of links: 'NCM Administrator Guide', 'Introduction to NCM', 'NCM licensing model', 'SolarWinds Platform features in NCM', and 'Manage NCM user accounts and assign NCM roles'. The main content area is titled 'EnergyWise devices' and contains the text: 'This topic explores how you can use Network Configuration Manager in conjunction with Network Performance Monitor to enable and manage your Cisco EnergyWise devices.' Below this is a section titled 'What is EnergyWise?' with the following text: 'EnergyWise is Cisco's response to the call to cut energy costs, address environmental concerns, and adhere to government directives around green technologies. By purchasing EnergyWise capable devices and enabling their energy-saving features, you can retain business critical systems in a fully powered state while allowing less critical power over ethernet (PoE) devices to power down or drop into standby during off hours. EnergyWise gives you the ability to control your energy cost. NCM gives you the ability to remotely apply recurrence policies and schedule power usage, helping you use less power. And, SolarWinds NPM allows you to monitor your energy use and power levels. SolarWinds perfectly partners with Cisco and the EnergyWise technologies to help you save more and monitor your savings.'

Рис. 1.3. Cisco EnergyWise

Однією з ключових особливостей Cisco EnergyWise є його здатність автоматизовано виявляти, класифікувати та контролювати електроприлади в мережі. Програма реалізує розумне управління енергетичним споживанням, здатне реагувати на зміни в умовах роботи пристроїв та налаштовувати їхню енергозалежність з метою оптимізації ресурсів. Крім того, Cisco EnergyWise надає зручний інтерфейс для аналізу даних щодо енергоспоживання та впровадження стратегій ефективного управління. Високий рівень автоматизації дозволяє підприємствам зосередитися на сталому зменшенні витрат та виборі оптимальних рішень для забезпечення сталого розвитку. Cisco EnergyWise є потужним інструментом для сучасних організацій, які прагнуть досягти енергетичної ефективності в своєму IT-інфраструктурі.

Переваги Cisco EnergyWise:

- Централізоване управління: Cisco EnergyWise надає організаціям можливість централізовано керувати та моніторити енергоспоживанням різноманітних пристроїв і обладнання в корпоративних мережах.

- Автоматизація: програма автоматично виявляє та класифікує електроприлади, а також надає засоби автоматизованого управління енергетичними ресурсами, що сприяє ефективності та зменшенню витрат.

- Моніторинг та аналіз: програма забезпечує зручний інтерфейс для моніторингу та аналізу даних щодо енергоспоживання, що дозволяє користувачам приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації.

Недоліки Cisco EnergyWise:

- Залежність від інфраструктури Cisco: програма оптимально працює в інфраструктурі Cisco, що може обмежити її застосування в компаніях, які використовують різноманітне обладнання.

- Специфічність в застосуванні: деякі функції можуть виявитися зайвими для менших підприємств або тих, хто не використовує повний спектр інфраструктури Cisco.

- Вартість інфраструктури: реалізація Cisco EnergyWise може вимагати витрат на інфраструктуру та налаштування, що може бути важкодоступним для невеликих бюджетів.

Vijeo Citect є системою, розробленою компанією Schneider Electric (рис. 1.4). Це високоефективне програмне забезпечення для моніторингу та керування промисловими процесами, яке забезпечує велику гнучкість та широкі можливості для автоматизації. Vijeo Citect володіє вражаючим функціоналом, який дозволяє вам моніторити та керувати всіма аспектами виробничих процесів. Система легко адаптується до різних галузей та масштабів виробництва, забезпечуючи гнучкість у впровадженні.

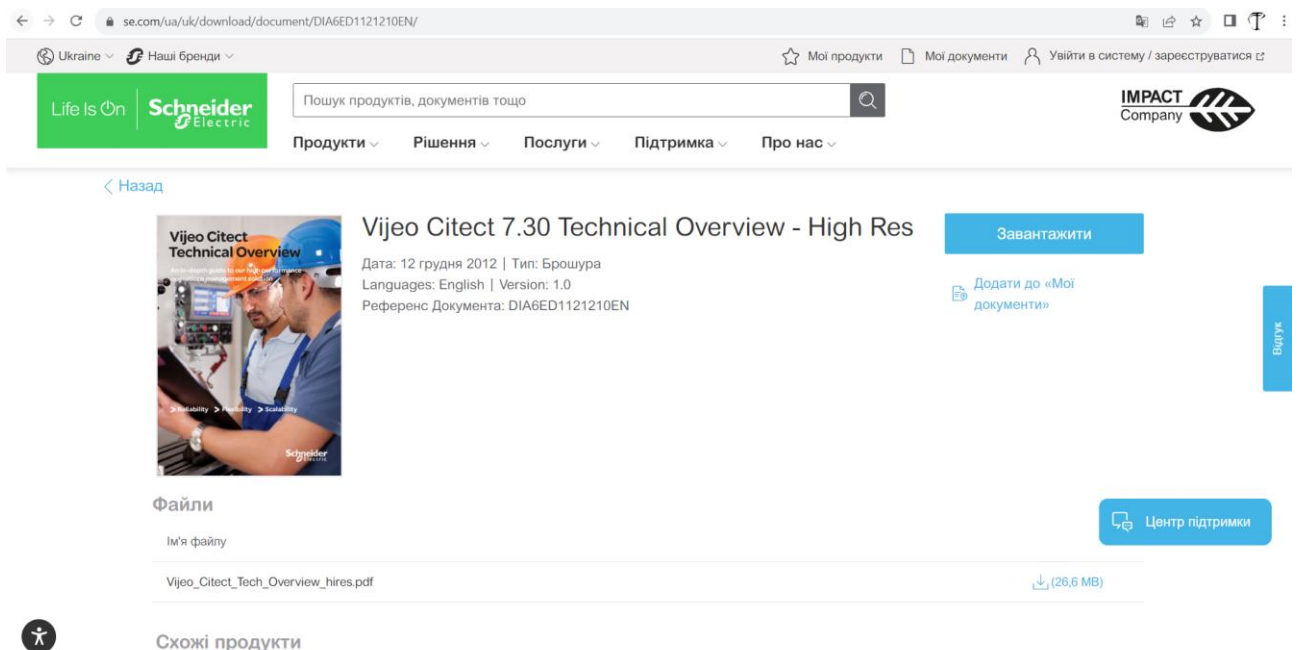


Рис. 1.4. Сторінка системи Vijeo Citect на сайті компанії Schneider Electric

Система залежна від обладнання Schneider Electric тому використання Vijeo Citect зазвичай потребує обладнання та рішень компанії Schneider Electric, що може бути невідповідним для користувачів.

Система розрахована на використання у підприємстві через що має багато надлишкових функцій, що не підходить більшості закладів відпочинку, але система актуальна у випадку великих закладів із багатьма будинками чи іншими спорудами (парках атракціонів тощо).

1.4. Проблеми передачі електроенергії до закладів відпочинку

Передача електроенергії до закладів відпочинку може стикатися з рядом проблем, які варто враховувати для забезпечення надійного та безперебійного електропостачання. Експлуататори закладів відпочинку повинні проводити аудит електричних систем, вдосконалювати існуючі системи та розробляти плани надійного електропостачання, щоб вирішити ці проблеми. Важливо також співпрацювати з місцевими постачальниками електроенергії та враховувати сучасні технології, щоб підвищити надійність системи електропостачання [11].

Серед проблем які можуть виникнути у енергомережі закладів можна класифікувати за різними аспектами:

З технічної точки зору:

- Нестабільність електромережі: включає проблеми з напругою, частими відключеннями та флуктуаціями напруги, які можуть вплинути на електрообладнання відпочинку.

- Перебої в роботі пристроїв: стосується несправностей або збоїв у роботі електрообладнання, які можуть призвести до тимчасового відключення електроенергії.

- Низька продуктивність: виникає, коли місце відпочинку потребує більше електроенергії, ніж мережа може забезпечити.

- Зношеність і знос обладнання: проблеми, пов'язані зі застарілим електрообладнанням, яке може потребувати ремонту чи заміни.

З точки зору організації:

- Недостатня безпека та відповідність стандартам: Це стосується безпеки електромережі та відповідності стандартам і правилам.

- Інфраструктура потребує апгрейду: проблеми, пов'язані з відсутністю або необхідністю апгрейду електричних мереж, щоб відповідати сучасним стандартам.

- Низька ефективність використання енергії: це стосується ефективного використання електроенергії та впровадження енергоефективних технологій.

За екологічними аспектами:

- вплив на навколишнє середовище: стосується екологічних питань електропостачання, зокрема використання відновлювальних джерел енергії та мінімізації негативного впливу.

З точки зору економіки:

- вартість електроенергії: проблеми, пов'язані зі збільшенням витрат на електроенергію, які можуть вплинути на фінансову стійкість готелю.

- Обмеження щодо фінансування модернізації: проблеми з фінансовими ресурсами для ремонту обладнання чи впровадження нових технологій.

Передача електроенергії до закладів відпочинку має значний вплив на багато їх функцій і використання. Стабільне та безперебійне електропостачання гарантує правильну роботу електронних систем управління, безпеки та освітлення. Нестабільне електропостачання може призвести до відключень електрообладнання та систем комфорту, таких як кондиціонування повітря, освітлення та опалення. Збої в передачі електроенергії можуть вплинути на виробництво та обслуговування гостей. Проблеми з електропостачанням можуть вплинути на імідж готелю та його репутацію серед гостей. Впровадження технологій і заходів для покращення стану електромережі може сприяти зменшенню впливу на навколишнє середовище та відповідати сучасним екологічним стандартам.

1.5. Висновки до розділу

Було проведено аналіз різних існуючих комп'ютерних систем експорту енергії, щоб визначити, наскільки вони корисні та ефективні в залежності від типу комп'ютерної системи та функцій, які вона повинна виконувати.

За допомогою аналізу існуючих проблем, пов'язаних з експортом енергії до закладів відпочинку, оцінено кілька різних рішень щодо їхнього застосування з урахуванням типу системи та критеріїв, які необхідно оптимізувати.

У даному розділі було розглянуто різноманітні засоби обліку електроенергії, такі як сучасні енергоменеджмент-системи та програмні продукти, які забезпечують автоматизований збір та обробку даних. Зокрема, виявлено, що існують різні програмні засоби, такі як Energy Management Systems (EMS) та системи моніторингу, які впроваджуються в енергетичних системах для оптимізації споживання електроенергії.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

2.1. Оптимізація та автоматизація алгоритмів керування.

Метою покращення комп'ютеризованих систем експорту електроенергії ставиться досягнення максимізації ефективності енергомережі та оптимізації енергоспоживання систем. Удосконалення алгоритмів керування є частиною стратегії розвитку сучасних комп'ютеризованих систем експорту електроенергії. Це робиться для досягнення максимізації ефективності та оптимізації енергоспоживання.

Сучасні інновації у сфері керування системами експорту електроенергії базуються на штучному інтелекту і машинному навчанні. Ці технології дозволяють системам самоорганізуватися та автоматично адаптуватися до змін у споживанні електроенергії. Це дає змогу системам ефективно розподіляти енергію та реагувати на зміни у потребах користувачів в режимі близьким до режиму реального часу. Застосування математичних методів оптимізації дозволяє враховувати різноманітні обмеження та умови оптимальної роботи системи. Алгоритми, оптимізовані для мінімізації втрат та оптимального використання ресурсів, сприяють підвищенню продуктивності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії[14].

Оптимізація також включає в себе використання методів динамічного програмування та математичної оптимізації. Це дозволяє створювати алгоритми, які не лише реагують на поточні умови, але й передбачають їхні зміни, що сприяє розвитку стратегій управління системою. Використання систем управління реальним часом дозволяє оперативно реагувати на події та зміни у роботі системи енергомережі, забезпечуючи миттєву корекцію алгоритмів роботи.

Впровадження засобів автоматизованого моніторингу та діагностики дозволяє в режимі реального часу виявляти несправності та вчасно приймати рішення щодо їх усунення.

Ці заходи покращують передбачуваність роботи систем та робить їх більш гнучкими у відповіді на різноманітні фактори що виникають у процесі експлуатації енергомереж.

2.2. Засоби обліку електроенергії та енергоменеджменту

Облік електроенергії в комп'ютеризованих системах експорту є значущим фактором сучасного енергетичного управління, щоб оптимізувати використання ресурсів і гарантувати стабільність комп'ютеризованих системах експорту електроенергії. Комп'ютеризовані системи полегшують автоматизований збір, обробку та аналіз великої кількості інформації, пов'язаної з розподілом електроенергії між частинами у системі. Це дозволяє операторам енергосистеми визначати технічні параметри мережі, отримувати облік споживаної електроенергії в реальному часі та прогнозувати потребу в електроенергії в майбутньому [24].

Ефективний облік електроенергії відіграє важливу роль у регулюванні витрат, плануванні виробництва та управлінні ресурсами. Деякі важливі елементи обліку електроенергії як економічного фактора включають:

- Стратегічне управління ресурсами: облік електроенергії є важливою частиною стратегічного управління ресурсами компанії. З його допомогою можна розробляти плани використання альтернативних джерел енергії та впроваджувати програми зменшення викидів.

- Визначення вартості продукції: електроенергія є однією з основних витрат на виробництво. Що важливо для формування конкурентоспроможних цін на ринку, облік електроенергії дозволяє підприємствам точно розраховувати вартість продукції.

- Енергетична ефективність: облік дозволяє оцінювати енергетичну ефективність підприємства та впроваджувати заходи для покращення, що сприяє економії ресурсів і зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Системи енергоменеджменту (EMS - Energy Management Systems) є сукупністю програмних рішень, призначених для ефективного управління енергетичними

ресурсами. EMS має на меті забезпечити ефективне використання енергії, оптимізацію витрат і підвищення її ефективності. Основні функції систем енергоменеджменту включають:

Вимірювання та нагляд:

- EMS постійно контролює споживання енергії та інші характеристики енергосистеми.
- використання лічильників, датчиків і інших пристроїв для точного вимірювання кількості енергії.

Перевірка та діагностика:

- Використання аналітичних інструментів для розуміння патернів споживання енергії та можливостей оптимізації.
- Оцінка енергоефективності та виявлення місць надмірного споживання.

Прогнозування та планування:

- Створіть стратегії планування споживання енергії, які відповідають робочим процесам.
- Прогнозування споживання енергії на основі даних минулих років і змін у обсягах виробництва.

Управління та оптимізація:

- Зменшення витрат енергії шляхом оптимізації режимів роботи обладнання.
- Автоматичне керування та регулювання енергетичних систем для максимізації їх ефективності.

Збереження енергії та сталість:

- Розробка та впровадження стратегій збереження енергії.
- Зменшення споживання енергії призводить до зменшення викидів.

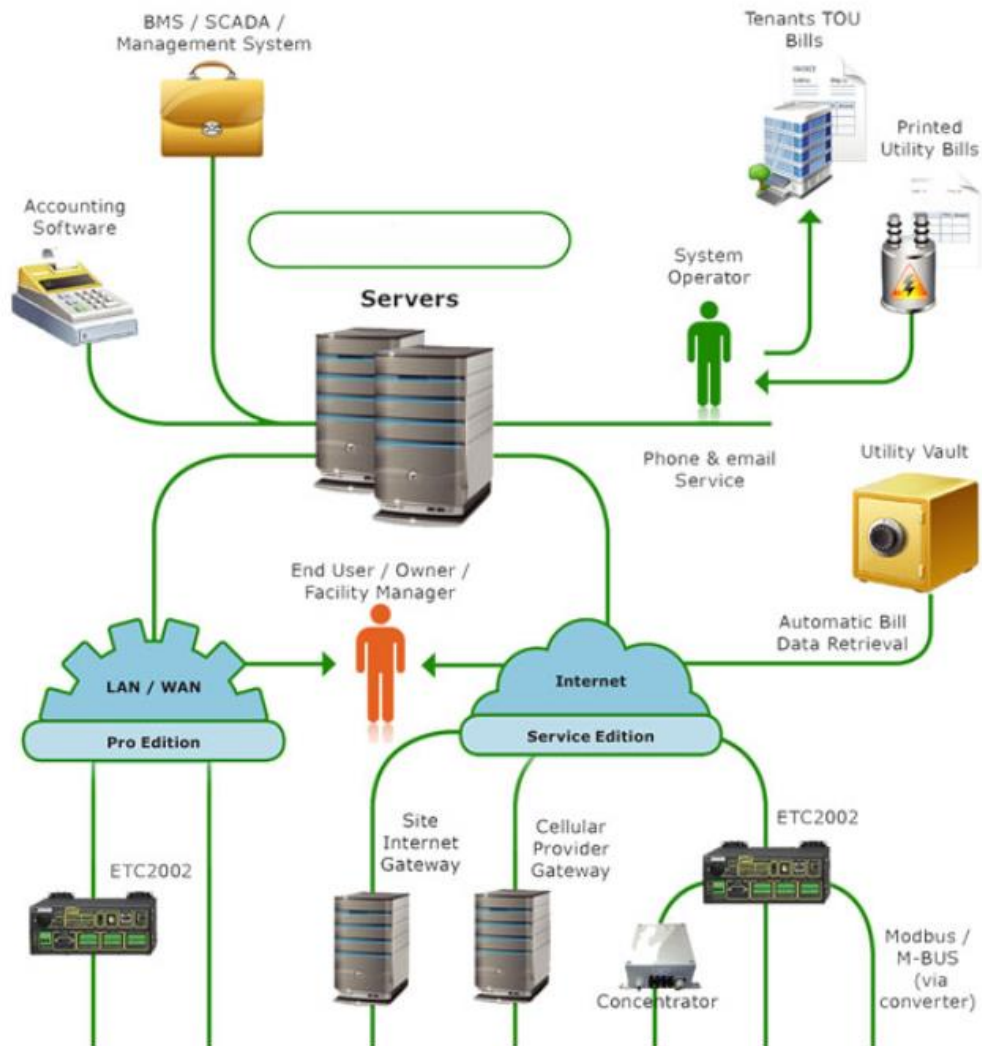


Рис. 2.1. Архітектура EMS

Архітектура Систем Енергоменеджменту визначає структуру та взаємодію компонентів системи для ефективного управління енергетичними ресурсами. EMS може включати різні рівні та модулі, що спільно працюють для моніторингу, контролю та оптимізації енергетичних процесів. Типова архітектура EMS включає такі типові компоненти:

- апаратні засоби збору даних;
- інтелектуальних лічильників електроенергії;
- трансформаторів струму;
- система керування даними;
- пристроїв зв'язку;
- панелей різного програмного забезпечення.

Додаткові компоненти систем енергоменеджменту уже залежать від індивідуальних задач конкретної ситуації.

2.3. Метод цифрових близнюків

Цифровий близнюк представляє собою віртуальний дублюючий об'єкт реальної системи, який відтворює всі її характеристики та параметри в реальному часі. У контексті систем експорту електроенергії, це означає створення точної копії фізичного об'єкта, яка забезпечує можливість аналізу та тестування алгоритмів без прямого впливу на реальну інфраструктуру.

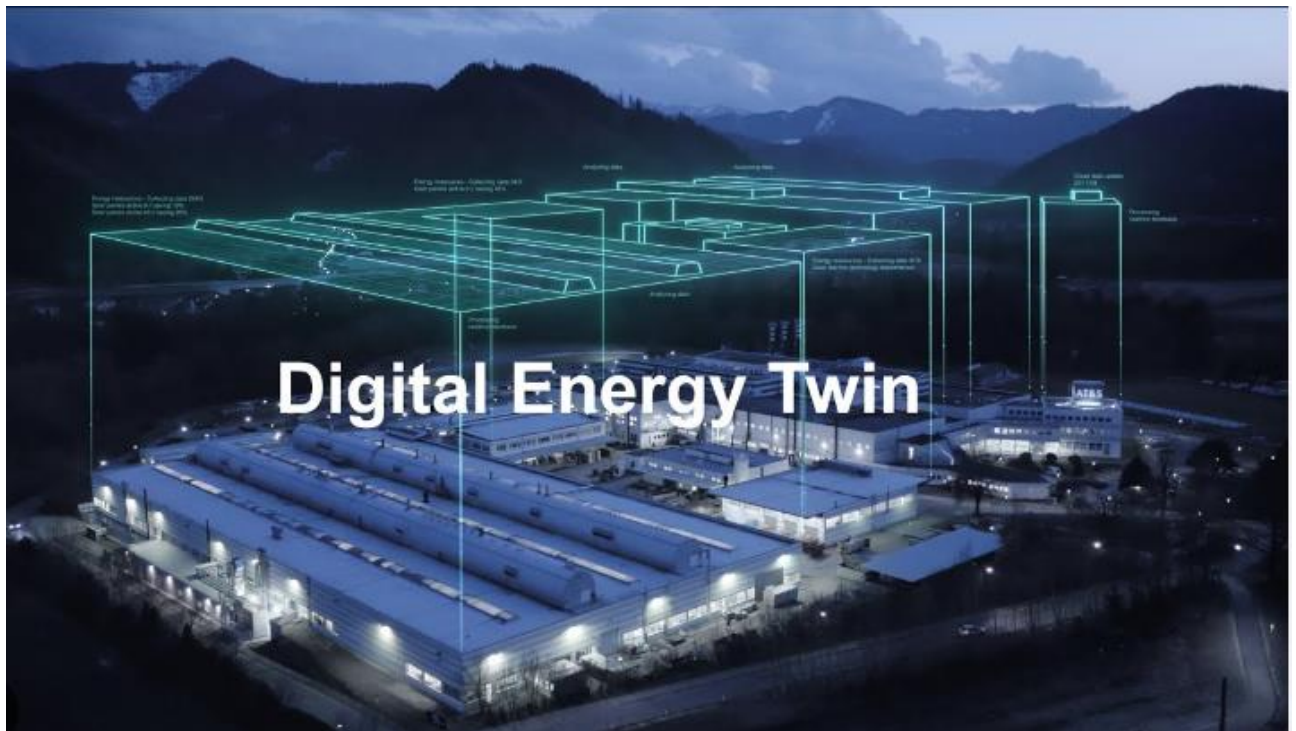


Рис. 2.2. Представлення цифрового близнюка

Створення цифрових близнюків для різноманітних систем дозволяє вдосконалювати алгоритми керування, враховуючи реальні умови та особливості роботи цих систем. Віртуальне моделювання, аналіз та тестування алгоритмів здійснюються в умовах, що максимально відтворюють реальність, забезпечуючи оптимальні рішення для забезпечення стійкої та ефективної роботи систем.

Віртуальні копії допомагають інженерам отримувати інформацію про продуктивність кожного модуля в режимі реального часу. Якщо виникає аномалія, оператори отримують сповіщення, щоб вони могли швидко вирішити проблему, перш ніж вона загостриться.

Цифровий близнюк – це цифрова копія артефакту, процесу чи послуги, яка є настільки точною, що її можна використовувати як основу для прийняття рішень. У багатьох випадках потоки даних пов'язують цифровий світ із фізичним світом. Цифровий близнюк зазвичай означає цифрову копію певного матеріального об'єкту, яка функціонує на основі даних і іншої інформації, отриманих у реальному часі від того ж самого фізичного об'єкту [22].

Цифровий близнюк може бути створений для різних пристроїв, автомобілів, технологічних процесів, заводів, шкіл, міст або навіть держави. Наприклад, 2030 році очікується створення цифрового двійника Люксембургу і зокрема енергомережі Люксембургу, що створить передову систему енергоменеджменту для всіх підприємств і закладів міста.

Згідно з деякими джерелами, ринок цифрових близнюків зростає приблизно на 30 - 40% щороку. Цифрові близнюки також практично не обмежені умовами фізичного світу. Наприклад, компанія Porsche використовує подібну технологію для прогнозування рекомендованих термінів технічного обслуговування або заміни електричних елементів автомобіля з огляду на безпеку водія та пасажирів шляхом передавання цифровому близнюку даних щодо поточної експлуатації автомобіля, незалежно від того, чи передаються ці дані онлайн чи офлайн [17].

Інженери також можуть використовувати цифрові двійники, щоб побачити, як майбутнє функціонуватиме обладнання та його компоненти. Для планування технічного обслуговування інженери можуть використовувати ці дані. Симуляції демонструють, як працюють системи в надзвичайних погодних умовах, що робить їх корисними. Це допомагає операторам створювати системи, які є більш надійними.

Переваги використання цифрових близнюків:

- Ефективне тестування та вдосконалення алгоритмів: цифрові близнюки дозволяють випробовувати та оптимізувати алгоритми керування в віртуальному середовищі, попередньо визначаючи їхню ефективність та стабільність.

- Аналіз та прогнозування: завдяки точним моделям, цифрові близнюки дозволяють виконувати детальний аналіз роботи систем та прогнозувати їхню поведінку в різних умовах. Це забезпечує більш точне управління та розподіл електроенергії.

- Безпечне тестування інновацій: використання цифрових близнюків дозволяє безпечно тестувати нові технології та інноваційні рішення, мінімізуючи ризики для фізичної системи.

Зараз цифрові близнюки стають все більш поширеною практикою для підприємств відновлюваної енергетики, які прагнуть до цифрової трансформації. Вони підвищують ефективність електростанцій, допомагаючи компаніям отримати повну видимість своїх активів. Це гарантує передбачуване обслуговування, попереджає простої та економить гроші.

2.4. Метод прогностичного моделювання

Прогностичне моделювання – це методологія, яка використовує статистичні та математичні моделі для аналізу та прогнозування майбутньої поведінки системи або процесу на основі наявних даних і вхідних параметрів. Цей метод дозволяє аналізувати тенденції, визначати закономірності та робити прогнози, що є корисним для оптимізації управлінських стратегій і процесу прийняття рішень.

Прогностичне моделювання наприклад, в енергетичній галузі може дозволити враховувати такі фактори, як зміни в споживанні електроенергії, погодні умови, стан технічного обладнання та інші величини, які впливають на роботу систем. Цих моделей можна використовувати для кращого управління ресурсами, передбачення потенційних ризиків і швидкого реагування на зміни в умовах експлуатації. Цей підхід забезпечує точний аналіз та прогнозування роботи систем, що є важливим для забезпечення ефективного функціонування та стійкості в енергетичному секторі.

Прогностичне моделювання розпочинається зі збору та аналізу великого обсягу даних, включаючи історичні дані енергоспоживання, параметри роботи обладнання, а також зовнішні фактори, які можуть впливати на систему. На основі зібраних даних створюються математичні моделі, що відображають різноманітні аспекти роботи системи експорту електроенергії. Зокрема для енергетичної галузі, ці моделі можуть включати в себе параметри енергетичних мереж, характеристики обладнання та взаємозв'язки між ними що дозволяють визначити очікувані зміни у споживанні електроенергії, пікові навантаження та інші параметри в різних періодах часу. Отримані прогнози можуть служити основою для аналізу та оптимізації стратегій управління системою. Алгоритми керування можуть адаптуватися до прогнозованих змін, максимізуючи ефективність та забезпечуючи стабільність роботи.

Переваги прогностичного моделювання:

- Точність прогнозування: прогностичне моделювання дозволяє досягти високої точності у прогнозуванні споживання електроенергії. Використання різноманітних алгоритмів та статистичних методів дозволяє враховувати різноманітні фактори, що впливають на споживання.

- Оптимізація управління ресурсами: метод прогностичного моделювання дозволяє оптимізувати управління ресурсами, визначаючи оптимальний режим роботи системи енергозабезпечення. Це включає в себе планування пікових навантажень, розподіл енергії та ефективне використання резервних можливостей.

- Ефективне ресурсозбереження: застосування прогностичних моделей дозволяє ефективно використовувати ресурси.

Недоліки прогностичного моделювання:

- Залежність від точності вхідних даних: точність прогнозів прямопропорційна якості вхідних даних. Невірні або застарілі дані можуть призвести до неточностей у прогнозуванні.

- Складність моделювання: розробка та впровадження складних прогностичних моделей може вимагати значних зусиль і ресурсів. Це може бути складним завданням для менших підприємств або організацій.

– Неврахування непередбачених факторів: прогностичні моделі базуються на існуючих даних та припущеннях. Непередбачені зміни у виробництві або споживанні можуть вплинути на точність прогнозів.

2.5. Штучний інтелект і машинне навчання в контексті систем експорту електроенергії

Штучний інтелект використовуються в трансформації систем експорту електроенергії забезпечуючи покращення управління системами експорту електроенергії. Застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє розробляти точні прогнози, враховуючи різноманітні фактори, такі як погодні умови, тенденції споживання та виробництва [25].

Енергетична галузь змінюється завдяки використанню штучного інтелекту. Ці технології покращують управління системами експорту електроенергії та оптимізують енергетичні процеси. Впровадження цих технологій покращує ефективність, стійкість систем і рівень автоматизації в електроенергетиці. Системи прогнозування споживання електроенергії є одним із прикладів використання штучного інтелекту в енергетиці. Застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє створювати точні прогнози, які враховують різні фактори, такі як виробництво, тенденції споживання та погодні умови. Одним із прикладів використання ШІ у енергетиці є системи прогнозування споживання електроенергії. Застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє розробляти точні прогнози, враховуючи різноманітні фактори, такі як погодні умови, тенденції споживання та виробництва.

Крім того, інтелектуальні системи моніторингу та діагностики, побудовані на основі штучного інтелекту, можуть виявити аномалії та прогнозувати потенційні несправності в обладнанні. Системи управління реальним часом, які використовують штучний інтелект, можуть оперативно відповідати на зміни в роботі, піки навантаження та інші важливі параметри, щоб максимізувати ефективність систем.

Алгоритми аналізують великі обсяги даних, виявляючи аномалії, прогножуючи можливі несправності та надаючи оперативні рекомендації для усунення проблем.

Штучний інтелект та машинне навчання пов'язані концепцією автоматизації, але вони представляють різні підходи до досягнення цієї мети. Термін «штучний інтелект» охоплює широкий спектр ідей і технологій, які дозволяють комп'ютерам виконувати завдання, які зазвичай вимагають людського інтелекту. Розпізнавання образів, обробка природної мови, планування – це деякі з методів, які використовує штучний інтелект. Мета штучного інтелекту полягає в тому, щоб створити системи, які можуть виконувати завдання, які вимагають розумового рівня, подібного до людського.

У свою чергу алгоритми машинного навчання – це особливий тип штучного інтелекту, який дозволяє системам «навчатися» на основі даних, не програмуючи їх. Алгоритми, які використовує машинне навчання, дозволяють системам покращувати продуктивність у процесі взаємодії з даними. Машинне навчання включає створення моделей і алгоритмів, які можуть навчатися на основі даних, робити прогнози або приймати рішення без програмування систем програмістами.

Щоб використовувати штучний інтелект в енергетиці, необхідно враховувати особливості надання послуг енергозабезпечення, такі як необхідність обробки в режимі реального часу великої кількості інформації щодо прогнозування погоди, обсягів споживання та виробництва енергії, стану обладнання, режимів роботи ліній електропередачі тощо. Застосування штучного інтелекту також може стабілізувати систему передачі енергії, наприклад, виявляючи аномалії в режимах виробництва та споживання та розробляючи відповідні рішення щодо усунення цих аномалій у режимі реального часу, здійснюючи підключення/відключення джерел енергії чи додаткового обладнання, що гарантує стабільність і надійність функціонування системи.

Системи штучного інтелекту відкривають нові можливості для оптимізації та ефективного функціонування електроенергетичних систем. Перш за все, системи машинного навчання можуть бути використані для прогнозування патернів споживання електроенергії; це дозволяє підприємствам та операторам енергосистем

більш точно визначати потреби та планувати режим роботи. Це підвищує продуктивність виробництва та розподілу енергії.

Слідуючи світовим трендам розвитку штучного інтелекту та машинного навчання За перші десять місяців 2022 року ІТ-сектор України зріс на 10% у порівнянні з 2021, принісши 6 мільярдів доларів США експортної виручки в економіку України, пише [finance.ua](#).

Левову частку прибутку від ІТ в Україні складають, ймовірно, великі outsourcing компанії, серед них:

- SoftServe;
- EPAM;
- GlobalLogic;
- Ciklum;
- Luxoft;
- Infopulse;
- ELEKS.

Однак і у Україні є чимало потужних AI-стартапів та компаній, зокрема:

– Grammarl: Допомагає людям писати тексти краще та ефективніше. Компанія використовує обробку природної мови та машинне навчання для аналізу та покращення різних аспектів письма, таких як граматики, орфографія, пунктуація, тон, стиль та зрозумітість тексту. Grammarly має великий офіс у Києві та команду з 600 працівників станом на 2022.

– Reface. Розробляє інструменти генеративного ШІ для створення контенту. Компанія використовує штучний інтелект для створення реалістичних замін облич та анімацій для користувачів і знаменитостей.

– Respeecher. Використовує штучний інтелект, щоб одна людина могла говорити голосом іншої. Продукт був створений у 2018 році. Respeecher співпрацює з голлівудськими студіями та творцями відеоігор, такими як Disney, NFL, Sony та Aloe Blacc.

– DataRoot Labs. Це науково-дослідницька компанія з повним спектром послуг у сфері Data Science та штучного інтелекту, що базується в Києві, Україна.

Компанія була заснована у 2016 році. Компанія надає такі послуги, як управління Big Data та стратегічний консалтинг, Data Science та інженерія, глибоке навчання, комп'ютерний зір, NLP, скорингові моделі, та все, що пов'язано з обробкою даних.

- Let's Enhance. AI-компанія, заснована у 2017 році, створює рішення для редагування зображень за допомогою нейронних мереж, за допомогою технології Image enhancer & upscaler на основі глибоких згорткових нейронних мереж разом з іншими методами машинного навчання.

Системи штучного інтелекту також дозволяють автоматизувати процеси діагностики та моніторингу стану електромережі. Алгоритми машинного навчання можуть швидко виявляти аномалії та прогнозувати потенційні витoki енергії чи несправності в вузлах мережі.

Загалом, використання систем штучного інтелекту для управління електромережами покращує надійність, безпеку та ефективність енергетичної інфраструктури. Це стає життєво важливим компонентом у контексті зростаючої складності та кількості даних, які використовуються в електроенергетичному секторі.

2.6. Протокол комунікації компонентів системи MODBUS

MODBUS – це промисловий протокол зв'язку, який використовується для обміну даними між пристроями в автоматизованих системах та обладнанні. Цей протокол є відкритим стандартом і широко використовується в промисловості для підключення різних пристроїв, таких як контролери, датчики, реле, пульт управління, тощо.

Основні характеристики MODBUS:

- Master-Slave Architecture: MODBUS використовує архітектуру "Master-Slave", де один пристрій (Master) ініціює передачу даних, а інші пристрої (Slaves) відповідають на ці запити або ініціюють передачу даних за запитом Master.

- Протокол передачі даних: MODBUS може використовувати різні протоколи передачі даних, такі як MODBUS RTU (з використанням фізичного рівня RS-232 або RS-485) та MODBUS TCP (протокол передачі даних через TCP/IP мережі).

- Формат фрейму: Дані в MODBUS передаються у вигляді "фреймів". Формат фрейму може відрізнятися в залежності від конкретної реалізації MODBUS (RTU або TCP).

- Функціональні коди: MODBUS визначає ряд функціональних кодів, що вказують, яку операцію слід виконати (читання, запис, запит статусу тощо).

- Адреса пристрою: Кожен пристрій в мережі MODBUS має свою унікальну адресу, яка використовується для ідентифікації конкретного пристрою.

Протокол MODBUS широко використовується в різних галузях промисловості, таких як автоматизація, енергетика, виробництво, і взагалі в ситуаціях, де потрібно обмінюватися даними між різними пристроями.

Наразі MODBUS підтримується та розвивається організацією MODBUSIDA, яка гарантує відкритість даних протоколу та розробляє готові компоненти для спрощення його реалізації. Згідно зі стандартами MODBUS-IDA, MODBUS є протоколом прикладного рівня, призначений для передачі даних типу клієнт-сервер між прикладними процесами пристроїв, які підключені до різних типів шин або мереж.

На сьогоднішній день MODBUS підтримує і розвиває організація MODBUSIDA, вона забезпечує відкритість даного протоколу та розробляє готові компоненти для спрощення реалізації. Згідно стандартів MODBUS-IDA – MODBUS являється протоколом прикладного рівня для зв'язку типу Клієнт- Сервер між прикладними Процесами пристроїв, які під'єднані до різноманітних типів шин або мереж. У рамках OSI-моделі, цей протокол має роль, наведену на рис.2.3.

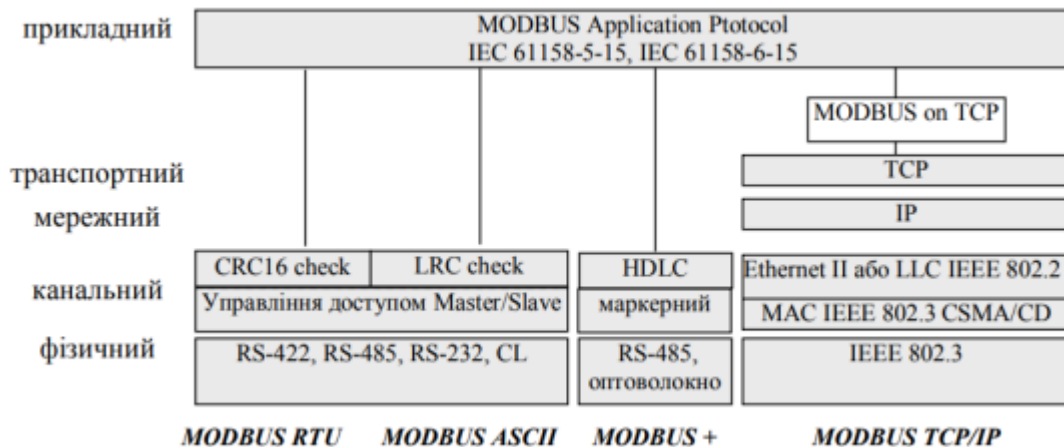


Рис. 2.3. Протокол MODBUS у рамках OSI-моделі

MODBUS на сьогоднішній день представлений 4-ма мережами: MODBUS RTU та ASCII (Modbus over Serial Line), MODBUS Plus і MODBUS TCP/IP. MODBUS є протоколом, який можна адаптувати до різних мережевих технологій. Зараз MODBUS представлений чотирма основними мережами:

MODBUS є протоколом, який можна адаптувати до різних мережевих технологій. Зараз MODBUS представлений чотирма основними мережами:

- MODBUS RTU: цей тип протоколу дозволяє передачі даних між пристроями за допомогою фізичного рівня RS-232 або RS-485. Дані надсилаються у двох варіантах.

- MODBUS ASCII: схожий на RTU, але дані представлені у форматі текстового (ASCII), що полегшує відладку та ручну інтерпретацію. Обидва сценарії базуються на принципі «Master-Slave».

- Модифікація MODBUS Plus використовує пропрієтарний мережевий протокол. Він дозволяє створювати складні мережі промислового обладнання.

- Для передачі даних MODBUS TCP/IP використовує Ethernet або TCP/IP. Ця опція дозволяє зв'язуватися через Інтернет, що робить її особливо корисною для віддалених або розподілених систем. Цей варіант використовує архітектуру Client-Server і Modbus/TCP.

Оскільки топологія шини може бути присутня в мережах MODBUS RTU/ASCII, визначений метод доступу до шини — ведучий/ведучий. В мережах MODBUS RTU

(рис. 2.4.) та MODBUS ASCII процес управління вважається клієнтом, а процеси управління вважаються серверами. Це означає, що запити надсилаються ведучим, а запити обробляють ведучими. Цей запит можна надіслати як індивідуальному вузлу, так і всім Веденим на шині. Адресація, орієнтована на ідентифікатори вузлів, використовується на каналному рівні MODBUS RTU/ASCII. Кожен Ведений має унікальну адресу (1-247), а Ведучий не має адреси. Ведучий з клієнтським процесом створює кадр із повідомленням-запитом і відправляє його за вказаною адресою при окремих запитах. Ведений процес на сервері отримує цей кадр і обробляє повідомлення. Після обробки повідомлення Ведений створює кадр із повідомленням-відповіддю та повертає його Ведучому.

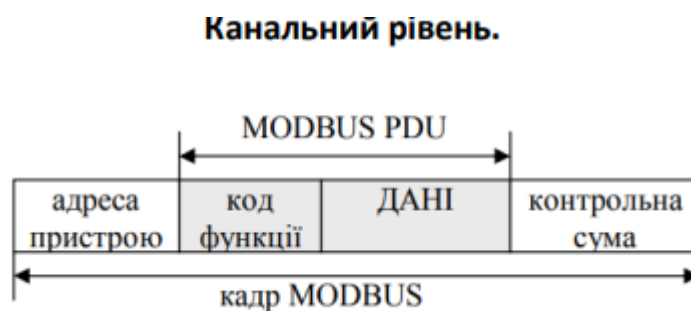


Рис. 2.4. Формування кадру у MODSBUS PDU

У ряді випадків операційна система відповідає за реалізацію функцій MODBUS-Клієнта, а комунікаційні функції інтерфейсу дозволяють отримати доступ до цих функцій у програмі ПЛК. Це особливо стосується більшості ПЛК від Schneider Electric, включаючи Momentum, Quantum, TSX Micro, TSX Premium і M340. В деяких інших системах клієнтська сторона на прикладному рівні повинна бути повністю прописана в програмі ПЛК, а інтерфейс доступний лише для обміну з комунікаційним портом. В цьому випадку система забезпечує відправку та отримання повідомлень, а також створення та перевірку контрольної суми.

Режим даних MODBUS RTU дозволяє передавати по байту на символ, використовуючи 8 біт даних у 11-бітному символі. В режимі RTU формат символу складається з одного стартового біта, восьми біт даних, де молодший біт передається першим; одного біта паритету з одним стоповим бітом або без паритету та двох

стопових бітів. На рис. 2.5 показано, як змінюється формат кадру MODBUS RTU. Паузи між символами відокремлюють кадри.



Рис. 2.5. Формування кадру для режиму обміну MODSBUS RTU

Мережі MODBUS TCP/IP базуються на стеці протоколів TCP/IP і в основному призначені для використання на основі Ethernet. Специфікації MODBUS-IDA описують MODBUS TCP/IP, але в комунікаційній системі MODBUS TCP/IP можуть використовуватися різні типи пристроїв, як показано на рис. 2.6. Пристрої MODBUS TCP/IP клієнтів і серверів можуть бути підключені до TCP/IP мережі, а міжмережні пристрої, такі як мости, маршрутизатори або шлюзи, можуть з'єднати TCP/IP мережу з послідовними лініями підмереж.

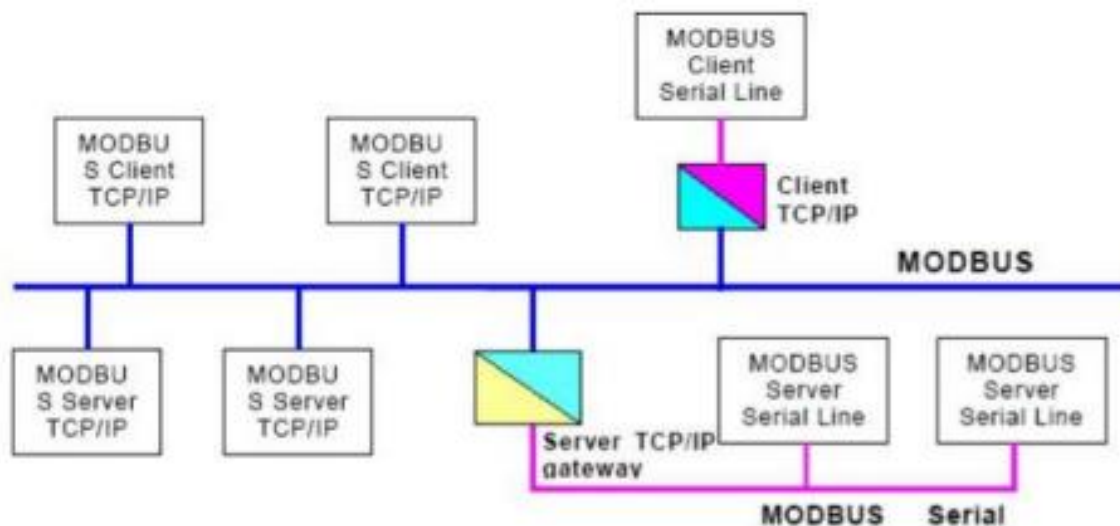


Рис. 2.6. Комунікаційна архітектура

Таким чином, система комунікації MODBUS TCP/IP дозволяє обмінюватися пристроями як на мережах зі стеком TCP/IP, так і на послідовних лініях зв'язку.

Характеристики протоколу MODBUS Application: протокол обробки даних мережі використовується так само, як і всі мережі MODBUS. На каналному рівні протоколу MODBUS Serial до PDU додається адреса Веденого та контрольна сума. Сам PDU не змінюється. Тим не менш, перед переходом на транспортний рівень в MODBUS TCP/IP до PDU (код функції та дані) додається додатковий заголовок MBAP. Отриманий модуль передається рівню TCP.

2.7. Висновки до розділу

У цьому розділі кваліфікаційної роботи магістра був проведений ґрунтовний аналіз сучасних методів та засобів експорту електроенергії з акцентом на їхню застосовність у закладах відпочинку. Було визначено, що наявні системи та підходи виявляють певні переваги, однак існують значні прогалини, особливо в контексті енергоефективності та оптимізації споживання. Результати аналізу стали основою для розробки алгоритмів щодо поліпшення ефективності експорту електроенергії в закладах відпочинку.

При проведенні детального аналізу методів було встановлено, що при належній інтеграції та оптимізації ці методи можуть ефективно впливати на зменшення витрат на електроенергію та підвищення стійкості електроенергетичних мереж.

Враховуючи специфіку закладів відпочинку, розроблені підходи мають потенціал значно покращити управління енергетичними ресурсами в умовах сезонності та змінливого навантаження.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

3.1. Впровадження цифрових близнюків в систему контролю експорту електроенергії

У четверту промислову революцію, орієнтовану на автоматизацію та обмін даними, цифрові близнюки виступають важливим інструментом, що додає значну кількість можливостей для різноманітних промислових секторів. Ця концепція базується на створенні цифрових моделей реальних фізичних об'єктів чи систем, які відображають їх стан, властивості та поведінку в реальному часі. Віртуальний підхід до проектування дозволяє визначити та створити найкращий можливий рівень ефективності для продукту, процесу чи системи шляхом розуміння його унікальних характеристик, можливостей продуктивності та потенційних проблем, які можуть виникнути[18].

Створення цифрових близнюків для комп'ютеризованої системи контролю експорту електроенергії включає ряд етапів, які дозволяють створити детальну цифрову модель фізичного об'єкта (рис. 3.1):

1. Збір даних: на початковому етапі встановлюються датчики і сенсори для збору фізичних параметрів об'єкта, таких як температура, вологість та інші. Використання IoT-пристроїв дозволяє передавати зібрані дані в реальному часі.

2. Цифрове представлення: на основі зібраних даних створюється цифрова модель компоненту енергетичної системи закладу відпочинку, включаючи геометричні та функціональні характеристики.

3. Інтеграція та зв'язок: інтеграція цифрової моделі у систему контролю електроенергії закладу відпочинку. Встановлюється взаємодія з іншими цифровими системами (сервером закладу, сторонніми сайтами, тощо).

4. Аналіз та моделювання: застосування аналітичних інструментів, алгоритмів машинного навчання і сторонніх програм для обробки та аналізу даних

цифрового близнюка, а також введення моделей для прогнозування та аналізу різних сценаріїв електроспоживання.

5. Постійна оптимізація: постійне оновлення цифрового близнюка на основі нових даних та вимог користувачів для покращення його точності та ефективності.

6. Використання та управління життєвим циклом: інтеграція цифрового близнюка з інструментами управління життєвим циклом комп'ютеризованої системи, включаючи етапи виробництва, експлуатації та обслуговування.

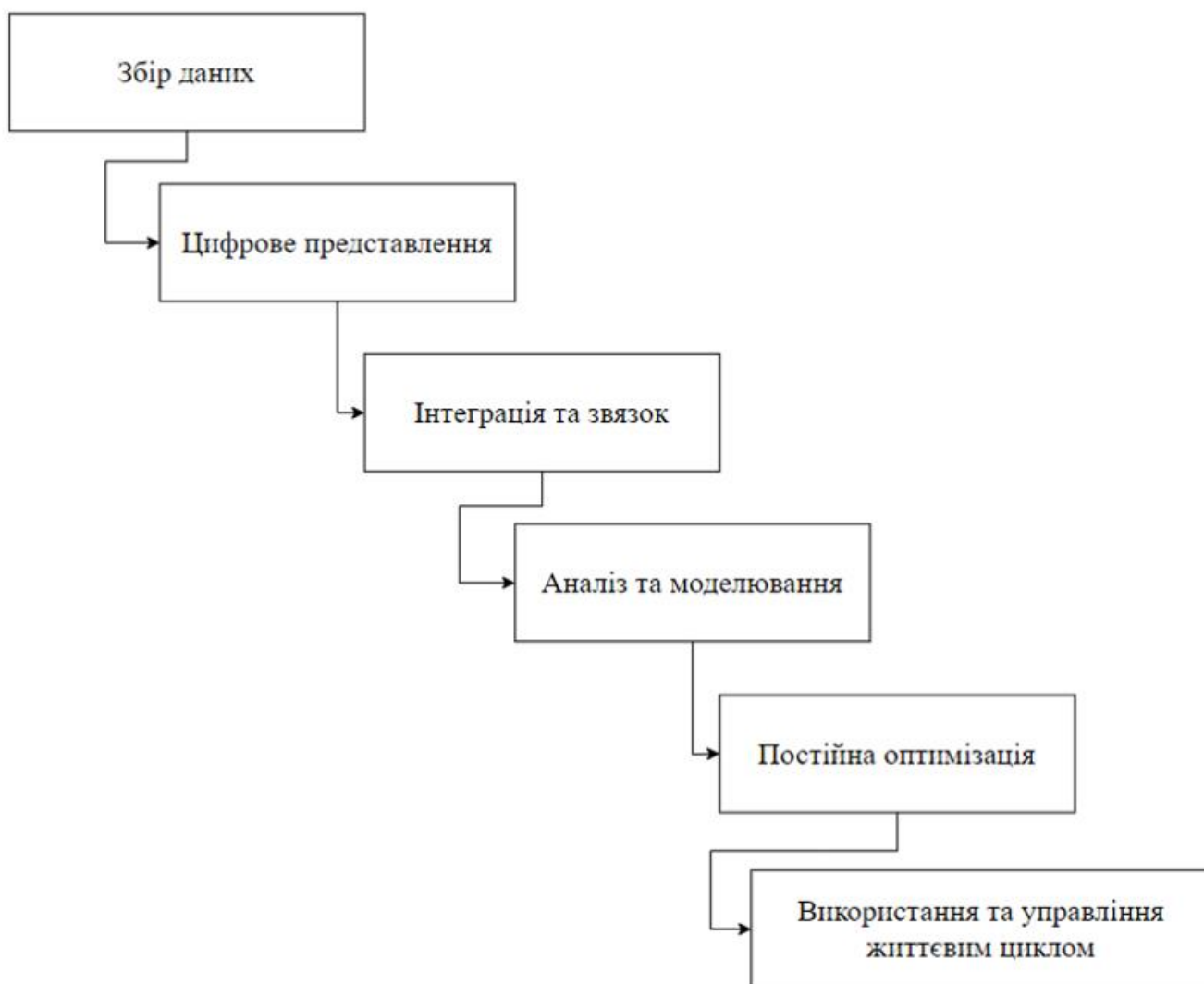
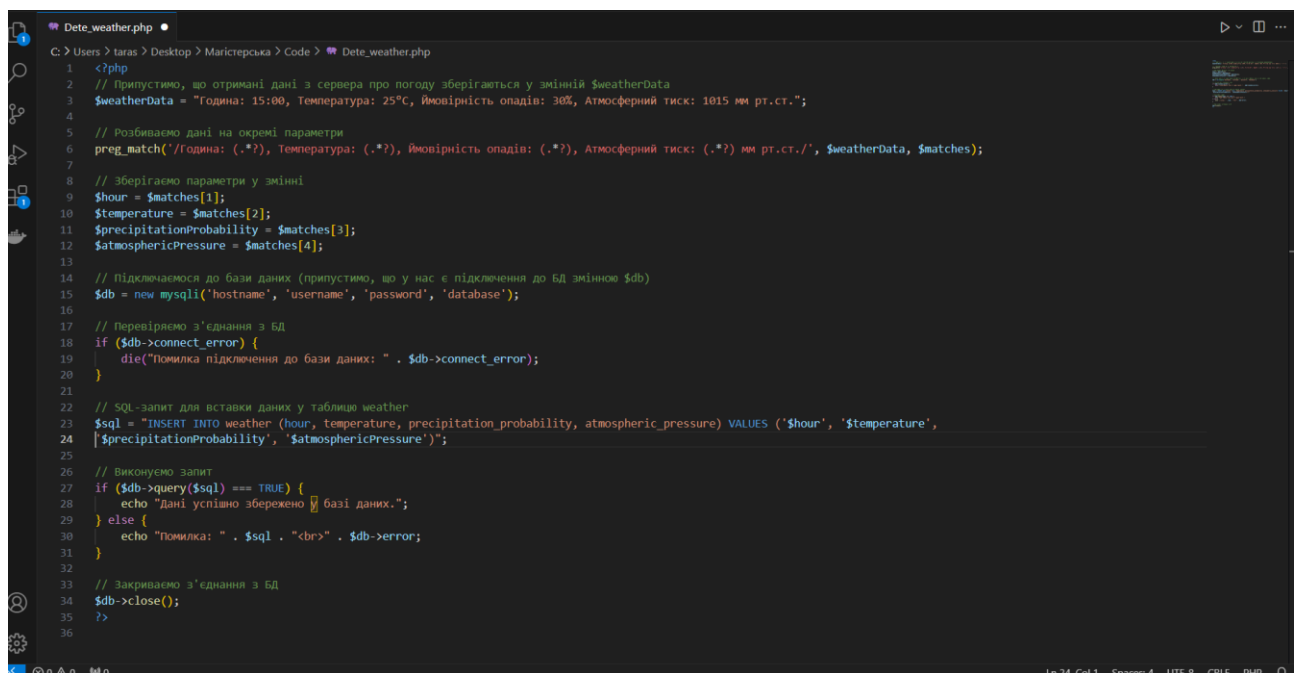


Рис. 3.1. Алгоритм реалізації цифрових близнюків для компонентів системи контролю електроенергії закладу відпочинку

Для вирішення проблем цифрових перетворень і інновацій дуже важливо використовувати відкриті, міжнародні та загальнодоступні стандарти, такі як ISO 10303. Крім того, це надасть послуги щодо впровадження нових технологій для:

- забезпечення більшої сумісності інформаційних технологій за допомогою рішень для обміну та спільного використання даних;
- більше спільного розуміння інформації в масштабах підприємства, яку забезпечують рішення щодо інтеграції даних;
- зменшення застарілості інформаційних технологій, яку забезпечують рішення щодо архівування даних;
- свобода від блокування постачальника, яку забезпечують рішення щодо відкритих даних.

Діні отримані від парсингу погоди обробляються на сервері закладу рис. 3.2.



```
1 <?php
2 // Припустимо, що отримані дані з сервера про погоду зберігаються у змінній $weatherData
3 $weatherData = "Година: 15:00, Температура: 25°C, Ймовірність опадів: 30%, Атмосферний тиск: 1015 мм рт.ст.";
4
5 // Розбиваємо дані на окремі параметри
6 preg_match("/Година: (.?), Температура: (.?), Ймовірність опадів: (.?), Атмосферний тиск: (.?) мм рт.ст./", $weatherData, $matches);
7
8 // Зберігаємо параметри у змінні
9 $hour = $matches[1];
10 $temperature = $matches[2];
11 $precipitationProbability = $matches[3];
12 $atmosphericPressure = $matches[4];
13
14 // Підключаємося до бази даних (припустимо, що у нас є підключення до БД змінною $db)
15 $db = new mysqli('hostname', 'username', 'password', 'database');
16
17 // Перевіряємо з'єднання з БД
18 if ($db->connect_error) {
19     die("Помилка підключення до бази даних: " . $db->connect_error);
20 }
21
22 // SQL-запит для вставки даних у таблицю weather
23 $sql = "INSERT INTO weather (hour, temperature, precipitation_probability, atmospheric_pressure) VALUES ('$hour', '$temperature',
24 '$precipitationProbability', '$atmosphericPressure')";
25
26 // Виконуємо запит
27 if ($db->query($sql) === TRUE) {
28     echo "Дані успішно збережено в бази даних.";
29 } else {
30     echo "Помилка: " . $sql . "<br>" . $db->error;
31 }
32
33 // Закриваємо з'єднання з БД
34 $db->close();
35 ?>
```

Рис. 3.2. Обробка даних парсингу погоди на сервері

3.2. Впровадження прогностичного моделювання до управління енергетичною ефективністю закладу відпочинку

Прогностичне моделювання, яке використовується для впровадження в систему управління енергетичною ефективністю закладу відпочинку за допомогою парсингу сайтів погоди, гарантує високу точність і ефективність прогнозування без необхідності впровадження таких систем у своїх закладах. Цей підхід спрямований на використання математичних або статистичних моделей для передбачення майбутніх подій, тенденцій чи значень на основі наявних даних. Прогностичне моделювання виявляється корисним і управлінським інструментом, інструментом для стратегічного планування та прийняття рішень у системах контролю електроенергії [19].

Алгоритм прогностичного моделювання для покращення контролю експорту електроенергії подано на рис. 3.3.

Для прогнозування енергетичних процесів і оптимізації управління електроенергетичними системами використання прогностичного моделювання в комп'ютеризованих системах експорту електроенергії включає декілька основних етапів:

- Визначення потреб: визначаються конкретні впливи погодних умов на споживання електроенергії закладом відпочинку. Наприклад, у спекотний день система кондиціонування може працювати активніше або опалення може працювати активніше в холодний день.
- Вибір джерела погодних даних: вибираються сторонні сайти чи сервіси, які надають актуальні та достовірні погодні дані для вашого регіону. Метеорологічні служби, API погоди та інші ресурси можуть бути у розпорядженні персоналу.
- Розробка системи парсингу: створюється система, яка автоматично збирає та оновлює інформацію про погоду з певних джерел. Якщо доступні, використовуйтеся методи веб-скрапінгу або API.

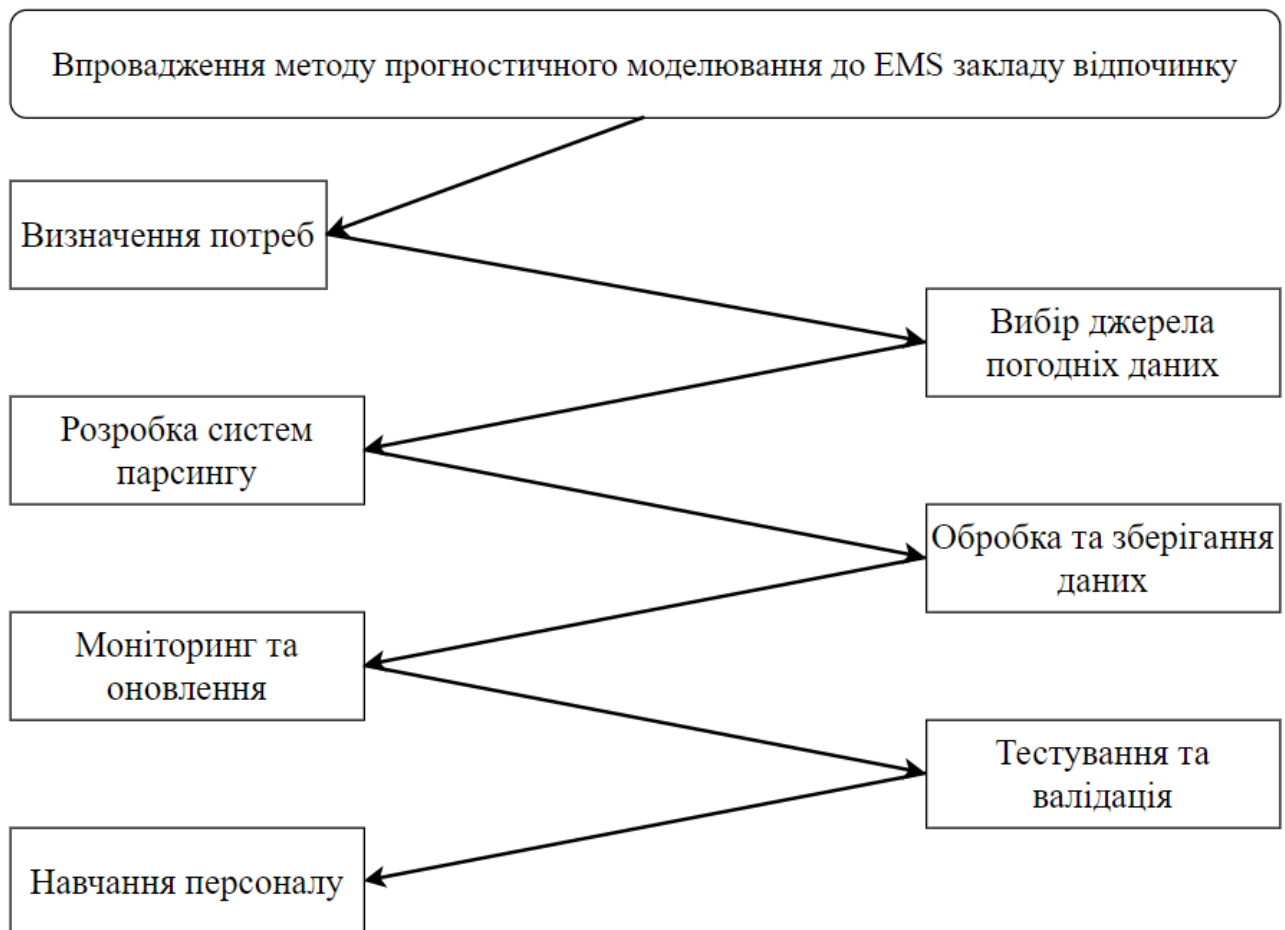


Рис. 3.3. Блок-схема алгоритму впровадження прогностичного моделювання до управління енергетичною ефективністю закладу відпочинку

- Обробка та зберігання даних: вибираються потрібні дані, наприклад температуру, вологість і опади. Для подальшого використання в прогностичній моделі зберігаються ці дані в структурованій формі.
- Моніторинг та оновлення: встановлюється система моніторингу, щоб слідкувати за точністю прогнозів та їхнім впливом на споживання енергії. Періодично оновлюється модель, враховуючи нові дані та зміни в режимі роботи закладу.
- Тестування та валідація: Періодично проводиться тестування та валідація прогностичної моделі, використовуючи нові дані та порівнюючи прогнози з реальним споживанням енергії.

– Навчання персоналу: персонал навчається використовувати та розуміти інформацію, що надходить з погодних прогнозів, для вдосконалення управління енергозбереженням та оптимізацією ресурсів.

Прогностичні моделі дозволяють планувати використання енергії на основі передбачених потреб. Це дозволяє ефективно розподіляти ресурси та уникати зайвого споживання електроенергії в пікові періоди. Прогностичне моделювання стає необхідним інструментом для раціонального управління енергетичними системами у сучасних умовах, де важливо максимізувати ефективність та забезпечити стає та екологічно чисте функціонування.

Переваги використання прогностичного моделювання в енергетиці:

– Стабільність та надійність: прогностичне моделювання дозволяє попередньо визначити можливі ризики та адаптувати систему до змін, що сприяє збереженню стабільності та надійності енергетичних систем.

– Ефективний розподіл ресурсів: аналіз прогнозів дозволяє ефективно розподіляти ресурси та оптимізувати виробництво електроенергії, максимізуючи використання наявних можливостей.

– Гнучкість та адаптивність: прогностичні моделі створюють основу для гнучкості систем, що можуть швидко адаптуватися до змінних умов та вимог ринку.

Впровадження парсингу сторонніх сайтів погоди в систему управління енергетичною ефективністю дозволить більш точно передбачати енергетичні потреби та ефективно реагувати на зміни в погодних умовах.

Для реалізації парсингу сайту погоди необхідно вибрати програмне забезпечення і було вибрано бібліотеку Puppeteer (рис. 3.4).

Puppeteer - це набір інструментів та бібліотека для мови програмування JavaScript. вона надає можливості для виконання різноманітних дій у браузері, таких як навігація по веб-сайтах, взаємодія з елементами сторінки, введення тексту, клікання на кнопки, взаємодія з формами, а також витягування даних з HTML-структур. Puppeteer часто використовується для створення скриптів для тестування веб-сайтів, витягування даних, автоматизації рутинних завдань веб-розробки та інших сценаріїв, де потрібно взаємодіяти з веб-браузером.

```
C:\Users\taras\Desktop\Магістерська\Code\weather_scraper>npm init -y
Wrote to C:\Users\taras\Desktop\Магістерська\Code\weather_scraper\package.json:

{
  "name": "weather_scraper",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "test": "echo \"Error: no test specified\" && exit 1"
  },
  "keywords": [],
  "author": "",
  "license": "ISC"
}

C:\Users\taras\Desktop\Магістерська\Code\weather_scraper>npm install puppeteer

added 111 packages, and audited 112 packages in 48s

9 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

found 0 vulnerabilities
```

Рис. 3.4. Інсталяція бібліотеки Puppeteer

Завдяки взаємодії з веб-сервером можна отримати HTML-код сторінки, використовуючи бібліотеки, яка підтримує HTTP-запити Axios (JavaScript). У разі парсингу погоди актуальність інформації є важливою, тому реалізується механізм періодичного оновлення даних. Код побудови запиту показано на рис. 3.5.

```
JS weather_scraper.js • TS types.d.ts
JS weather_scraper.js > ...
1  const puppeteer = require('puppeteer');
2
3  async function getWeatherData() {
4    const browser = await puppeteer.launch();
5    const page = await browser.newPage();
6
7    try {
8      // URL для міста Тернопіль на sinoptik.ua
9      const url = 'https://ua.sinoptik.ua/погода-тернопіль';
10
11     // Відкриваємо сторінку
12     await page.goto(url, { waitUntil: 'domcontentloaded' });
13
14     // Очікуємо завершення AJAX-запитів (може бути потрібно налаштування для конкретного сайту)
15     await page.waitForTimeout(5000);
16
17     // Отримуємо дані
18     const temperature = await page.$eval('.today-temp', (element) => element.innerText.trim());
19     const description = await page.$eval('.wDescription', (element) => element.innerText.trim());
20
21     // Виводимо отримані дані
22     console.log(`Температура: ${temperature}`);
23     console.log(`Опис: ${description}`);
24   } catch (error) {
25     console.error('Помилка при парсингу даних:', error);
26   } finally {
27     // Закриваємо браузер
28     await browser.close();
29   }
30 }
```

Рис. 3.5. Побудова запиту до сайту погоди

3.3. Реалізація системи на основі штучного інтелекту

Для впровадження систем штучного інтелекту у комп'ютеризованих системах експорту електроенергії необхідно виконати етапи, які дозволяють оптимізувати функціонування цих систем і забезпечують їх ефективність:

1. Постановка задачі: визначення і формулювання завдань, які система штучного інтелекту повинна вирішити, наприклад прогнозування попиту, оптимізація виробництва та ефективне розподілення енергії.
2. Збір і обробка даних: збір і обробка великих кількостей даних. Це включає дані з споживчих вимірювань, метеоданих і сенсорів.
3. Вибір серед різних методів навчання машин: вибір найкращих алгоритмів машинного навчання для виконання завдань, наприклад, нейронні мережі для прогнозування та адаптивні алгоритми для оптимізації.

4. Виготовлення моделей: створення цифрових моделей, які можна використовувати для імітації процесів, пов'язаних з експортом електроенергії в реальному світі.

5. Інтеграція до системи: впровадження розроблених моделей і алгоритмів у комп'ютерні системи, які керують електроенергетичними процесами.

6. Налаштування та тестування системи: тестування та оптимізація роботи системи штучного інтелекту, щоб переконатися, що вона стабільна та продуктивна.

7. Впровадження в роботу: запуск в реальному середовищі та поступове впровадження системи штучного інтелекту, під наглядом персоналу і підтримкою.

Впровадження штучного інтелекту дозволяє автоматизувати аналіз великої кількості даних щодо енергоспоживання в режимі реального часу, що призводить до підвищення ефективності та сталого розвитку енергетичного менеджменту у сфері відпочинку (рис. 3.6).

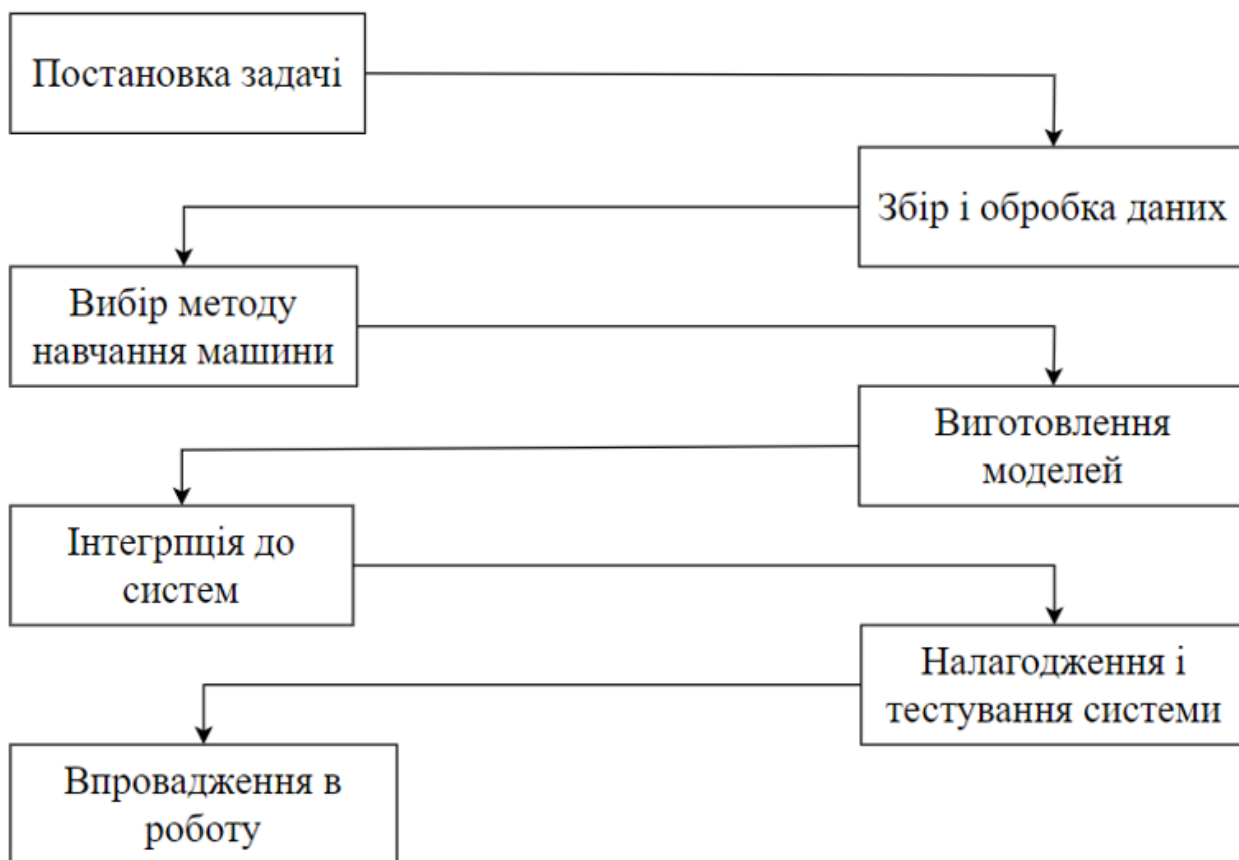


Рис. 3.6. Блок-схема алгоритму впровадження штучного інтелекту

Підвищення ефективності використання електроенергії та оптимізація ресурсів можна досягти за допомогою впровадження штучного інтелекту до сфери енергетичного менеджменту. Однією з ключових переваг використання штучного інтелекту є здатність системи адаптуватися до змін у споживанні енергії, прогнозувати пікові навантаження та раціонально розподіляти ресурси. Алгоритми машинного навчання в штучному інтелекті можуть враховувати різноманітні фактори, такі як погода, робочі години, та інші, для максимально ефективного використання електроенергії [7].

3.4. Апаратна реалізація зчитування електроенергії

Для контролю за електроенергією доцільно використовувати мікроконтролер STM32F103C6T6.

STM32F103C6T6 — це мікроконтролер з лінійки STM32 виробництва компанії STMicroelectronics. Збірка мікроконтролерів сімейства STM32 від STMicroelectronics є унікальною. У ньому використовується 32-розрядний ядро Arm Cortex®-M, оптимізований для економії енергії. У поєднанні з дуже високою продуктивністю, можливостями реального часу, цифровою обробкою сигналу та низьким споживанням енергії та напругою Він пропонує широкий спектр бездротових і периферійних пристроїв рис. 3.7.

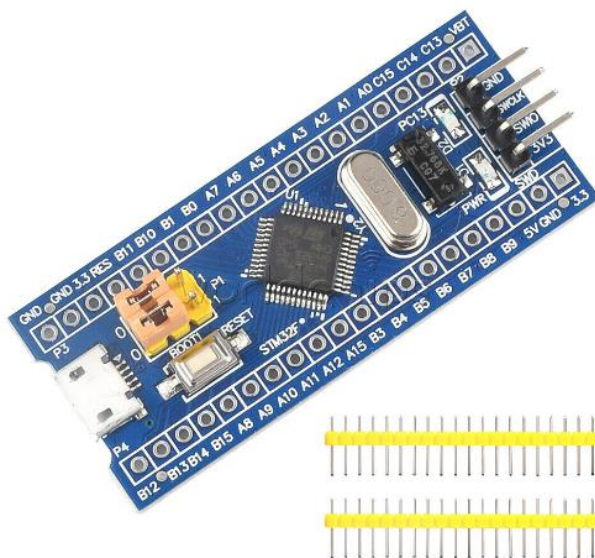


Рис. 3.7. Плата STM32F103C8T6

Плата STM32F103C8T6 з ядром ARM Cortex-M3 має дуже гарне співвідношення ціна/функціонал і є значно продуктивнішою в порівнянні з більшістю бюджетних плат Arduino.

На платі є всі необхідні елементи для реалізації компонентів системи моніторингу енергоресурсів:

- 32 порти GPIO, розведені на контактні майданчики, що збігаються по форм-фактору з роз'ємом DIP-40;
- два кварці - 8МГц для тактування ядра та 32768 Гц для тактування RTC;
- стабілізатор напруги 3.3В для забезпечення живлення плати від 5В;
- роз'єм для підключення SWD програматора;
- MicroUSB роз'єм (з'єднаний з USB інтерфейсом);
- кнопка перезавантаження;
- два світлодіоди (один – індикатор подачі живлення, другий – підключений до порту PC13);
- два джампера для вибору області пам'яті, з якою буде виконуватися початкове завантаження мікроконтролера.

Для прошивки можна використовувати SWD програматор, наприклад ST-Link, або USB-UART конвертер. Для прошивки спеціального завантажувача в чіп можна використовувати вбудований роз'єм MicroUSB. STM32F103C8T6 можна використовувати як Arduino IDE, так і спеціалізовані IDE, такі як Keil, IAR, Eclipse тощо, для розробки коду та програмування.

Плата має різноманітні порти вводу-виводу (GPIO), а також підтримує різні інтерфейси, такі як UART, SPI, I2C, що робить її ідеальною для великої кількості застосувань. STM32F103C8T6 є відносно доступною, що робить її привабливою для розробників з обмеженим бюджетом. Програмування контролера stm32f103c8t8 здійснювалося у середовищі STM32CubeIDE на мові програмування C++[9].

Характеристики STM32 F103C8T6 наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристики STM32 F103C8T6

Ядро	ARM 32-bit Cortex-M3
Напруга живлення плати	2,7 ... 5В
Максимальна тактова частота чіпа	72МГц
Об'єм флеш пам'яті	64Кб
Об'єм оперативної пам'яті SRAM	20Кб
Кількість висновків GPIO	34
Кількість АЦП	2x 12bit (16 каналів)
Розрядність ШІМ	16bit
Кварцовий резонатор	8 МГц та 32768 кГц
Діапазон робочих температур	-40°C..+85°C
Розміри плати	56x43 мм

STM32CubeIDE це спеціалізоване середовище (рис 3.8), призначене для розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів STM32, які використовуються в електроніці, вбудованих системах та інших додатках.

Необхідно реалізувати передачу даних про рівень напруги в реальному часі, що є ключовим параметром для визначення стану електричної системи. Це дозволить вчасно виявляти аномалії, перенавантаження та інші проблеми в електромережі. Завдяки цьому модулю, система енергоменеджменту може ефективно реагувати на зміни та оптимізувати споживання електроенергії. Впровадження такого модуля сприяє підвищенню надійності та продуктивності електромережі, що в свою чергу призводить до оптимізації використання електроенергії та зменшення витрат.

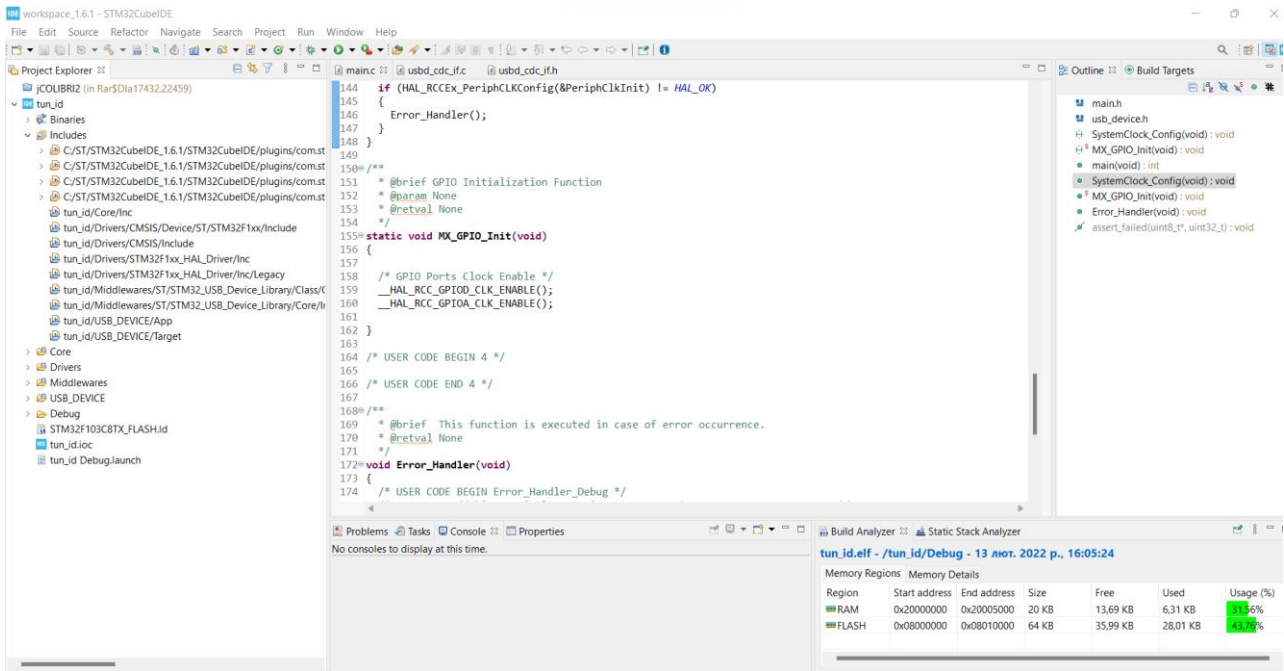


Рис. 3.8. Середовище STM32CubeIDE

Для зчитування напруги мережі за допомогою мікроконтролера STM32F103C8T6 та вбудованого аналого-цифрового конвертора (ADC) було реалізовано алгоритм, що зображено на рис. 3.9.

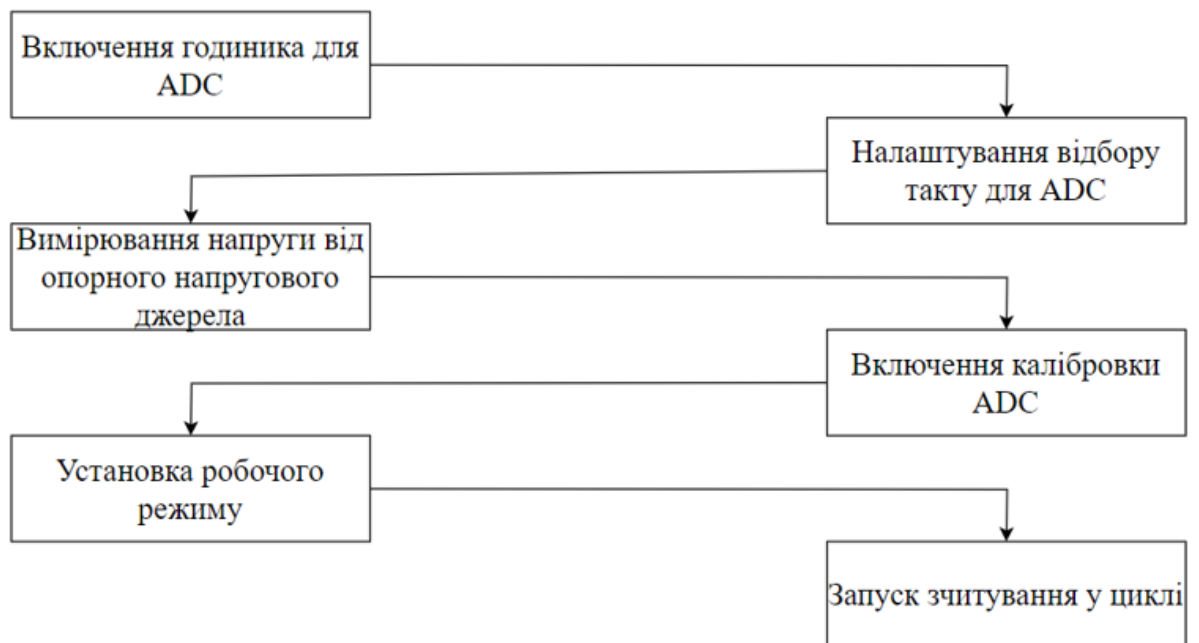


Рис. 3.9. Алгоритм зчитування напруги

Опис кожного етапу алгоритму та їх задач:

– Ініціалізація ADC:

1) Включити тактування для ADC. Вибрати режим роботи ADC (безперервне зчитування).

2) Встановити режим зчитування (один канал або багато каналів).

3) Налаштувати режими зчитування (розширений або базовий режим).

4) Вибрати джерело напруги для перетворення (зовнішній).

– Ініціалізація GPIO:

1) Налаштувати вхідний/вихідний порт, який використовується для введення напруги.

2) Вибрати аналоговий режим для цього порту.

3) Очікування Стабілізації Напруги: Очікувати, поки напруга на стабілізується після включення ADC.

– Зчитування напруги:

1) Запустити процес зчитування ADC.

2) Очікувати завершення конвертації.

3) Зчитати результат конвертації з регістру результату ADC.

– Перетворення результату: перетворити отриманий результат в реальну напругу за допомогою відомих параметрів (наприклад, величина опору та опора делютора).

– Обробка результату: використовувати отримані дані для подальшого аналізу або керування системою.

Приклад коду для ініціалізації ADC та зчитування напруги з використанням одного аналогового каналу наведений нижче на рис. 3.10.

```

3 void ADC1_Init(void) {
4     // Включення годинника для ADC1
5     RCC->APB2ENR |= RCC_APB2ENR_ADC1EN;
6
7     // Налаштування відбору такту для ADC
8     RCC->CFGR &= ~RCC_CFGR_ADCPRE;
9
10    // Вимірювання напруги від опорного напругового джерела (VREFINT)
11    ADC1->CR2 |= ADC_CR2_TSVREFE;
12
13    // Вимкнення калібровки ADC перед першим використанням
14    ADC1->CR2 &= ~ADC_CR2_ADON;
15    ADC1->CR2 |= ADC_CR2_RSTCAL;
16    while (ADC1->CR2 & ADC_CR2_RSTCAL);
17
18    // Включення калібровки ADC
19    ADC1->CR2 |= ADC_CR2_CAL;
20    while (ADC1->CR2 & ADC_CR2_CAL);
21
22    // Установка робочого режиму
23    ADC1->CR2 |= ADC_CR2_CONT; // Режим безперервного зчитування
24    ADC1->CR2 |= ADC_CR2_ADON; // Вмикаємо ADC
25 }
26
27 uint16_t ADC1_Read(void) {
28     // Запускаємо одне зчитування
29     ADC1->CR2 |= ADC_CR2_SWSTART;
30
31     // Очікуємо завершення зчитування
32     while (!(ADC1->SR & ADC_SR_EOC));
33
34     // Повертаємо значення ADC
35     return ADC1->DR;
36 }

```

Рис. 3.10. Код функції зчитування напруги

Обробка даних на сервері починається з отримання даних від об'єкта та закінчуючи їх обробкою та зберіганням. Нижче наведений приклад коду PHP для сервера, який отримує дані від комп'ютеризованої системи, обробляє їх і записує до бази даних Access (рис. 3.11).

```
request.php
1 <?php
2
3 // Отримання даних від клієнта
4 $data = json_decode(file_get_contents('php://input'), true);
5
6 $voltage = $data['voltage'];
7 $timestamp = $data['timestamp'];
8 $nodeNumber = $data['node_number'];
9
10 // Параметри для підключення до бази даних Access
11 $dbPath = 'path/to/your/database.accdb';
12 $dsn = "Driver={Microsoft Access Driver (*.mdb, *.accdb)};Dbq=$dbPath";
13
14 // Підключення до бази даних
15 $dbConnection = odbc_connect($dsn, '', '');
16
17 // Перевірка з'єднання
18 if (!$dbConnection) {
19     die('could not connect to the database.');
```

Рис. 3.11. Код обробки даних на сервері.

3.5. Обґрунтування вибору методу контролю електропостачання

Різні методи вигідно застосовуються в залежності від конкретної ситуації та обставин закладу відпочинку:

- Цифрові близнюки: вибір методу цифрових близнюків обґрунтовується їхньою спроможністю точно відтворювати реальні об'єкти та системи у віртуальному середовищі. Це дозволяє створити цифровий аналог енергетичної системи закладу відпочинку, що дає можливість проводити різноманітний аналіз та експерименти без прямого впливу на реальну систему.

- Прогностичне моделювання: використання прогностичного моделювання обумовлено необхідністю передбачення майбутнього споживання електроенергії та оптимізації управління ресурсами. Прогнозування споживання дозволяє адаптувати роботу енергетичних систем та вчасно вживати заходів для забезпечення ефективного використання енергії та підтримки сталого розвитку.

- Штучний інтелект: вибір штучного інтелекту обумовлений його здатністю до навчання на основі накопичених даних та прийняття рішень на основі цього навчання. Штучний інтелект може ефективно оптимізувати енергетичні

процеси, враховуючи змінні умови та попередні патерни споживання. Використання алгоритмів машинного навчання та інтелектуальних систем дозволяє забезпечити автоматизоване управління енергетичною системою з врахуванням динамічних умов та потреб закладу відпочинку.

Кожен метод має свої унікальні переваги, і вибір конкретного залежить від особливостей конкретного закладу відпочинку. Інтеграція цифрових близнюків, прогностичного моделювання та штучного інтелекту дозволяє створювати комплексні та ефективні стратегії управління енергетикою, підлаштовані під унікальні потреби кожного закладу [10].

3.6. Висновки до розділу

В третьому розділі розробленні алгоритми трьох методів контролю експорту електроенергії у закладах відпочинку, а саме алгоритми методу близнюків, прогностичного моделювання та на основі систем штучного інтелекту. Було проведено їх дослідження, на основі запропонованих алгоритмів та обґрунтовано їх переваги та недоліки щодо використання у закладах відпочинку.

Проведено аналіз технічних засобів контролю, а саме мікроконтролера STM32F103C6T6 та аналого-цифрового конвертора для зчитування напруги і надсилання даних на сервер закладу, та побудовано алгоритм зчитування напруги за їх допомогою.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці в галузі

В кваліфікаційній роботі магістра було досліджено методи та засоби підвищення ефективності роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії користувачам у закладах відпочинку. Оскільки виконання робіт з розробки та використання системи передбачає використання комп'ютерної техніки, зокрема персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв, необхідно дотримуватися правил охорони праці та техніки безпеки. Однією з основних складових дотримання техніки безпеки у закладах відпочинку є належна організація безпеки в робочому середовищі. Забезпечення безпеки персоналу та запобігання нещасним випадкам залежить від правильної організації робочих місць, належного розміщення обладнання та визначення безпечних зон.

Наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 за № 207 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Згідно Вимог приміщення, де розміщені робочі місця операторів, крім приміщень, у яких розміщені робочі місця операторів великих ЕОМ загального призначення (сервер), мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до цих вимог:

– переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 22.08.2005 N 161, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 05.09.2005 за N 990/11270 (НАПБ Б.06.004-2005);

– Державних будівельних норм "Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд", затверджених наказом Держбуду України

від 28.10.98 N 247 (далі - ДБН В.2.5-56:2014, з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками.

В інших приміщеннях допускається встановлювати теплові пожежні сповіщувачі. Приміщення, де розміщені робочі місця операторів, мають бути оснащені вогнегасниками, кількість яких визначається згідно з вимогами ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка».

Використання сучасних технологій для постійного контролю параметрів безпеки допомагає запобігти аваріям і дозволяє швидко реагувати на будь-які відхилення в роботі систем. Важливо впроваджувати сучасні системи пожежогасіння, щоб забезпечити безпеку персоналу та обладнання в разі пожежі. Щоб забезпечити автоматичну реакцію на виявлення пожежі та запобігти поширенню вогню, ці системи повинні бути інтегровані з комп'ютеризованими системами управління. Крім того, необхідно розробити та реалізувати ефективні плани евакуації для персоналу та відвідувачів закладів відпочинку.

Класифікувати робочі місця можна даної сфери можна за функціональним призначенням, рівним доступу, ступенем ризику та ступенем відповідальності:

Класифікація залежно від функціонального призначення

- Операторські робочі місця: Місця, де оператори здійснюють моніторинг, управління та діагностику системи експорту електроенергії.
- Технічні робочі місця: місця для технічних працівників, які обслуговують і ремонтують обладнання.
- Адміністративні робочі місця: Місця для персоналу, який відповідає за виконання адміністративних завдань і координацію роботи систем.

Класифікація відповідно до рівня доступу:

- Обмежений доступ: місця, до яких можна отримати обмежений доступ і для доступу до яких потрібні спеціальні дозволи чи авторизація.
- Вільний доступ: місця, де працівники можуть бути без обмежень.

Класифікація відповідно до ступеня ризику:

- Високо ризикові робочі місця: це ті, де є значний ризик для життя та здоров'я працівників. Це може охоплювати роботу з енергетичними вузлами,

обслуговування високовольтного обладнання або інші завдання, пов'язані з великими потенційними небезпеками.

– Низько ризикові робочі місця: ці місця мають невеликий рівень ризику та не вимагають великої відповідальності та спеціальних заходів безпеки. Це може включати офісні робочі місця, де люди не повинні стикатися з електроенергетичним обладнанням.

Класифікація на основі ступеня відповідальності:

– Високорівнева відповідальність: робочі місця, на яких працівники виконують важливі завдання та приймають важливі рішення. Це може включати робочі місця для керівників, які відповідають за стратегічне планування та прийняття рішень, щоб переконатися, що системи працюють ефективно.

– Стандартна відповідальність: це робочі місця, де працівники несуть звичайний рівень відповідальності за свої роботи і рішення, які вони роблять, не мають значного впливу на безпеку системи.

– Мінімальна відповідальність: це можуть бути робочі місця з невеликим впливом на безпеку, де кількість осіб, які відповідають за прийняття стратегічних рішень, обмежена.

Щороку від ураження струмом в Україні гине близько 1500 людей. Під час використання електромереж велика увага приділяється безпеці електромереж. Усі працівники, які працюють в електромережах, повинні регулярно проходити навчання з електробезпеки. Крім того, вживаються заходи для запобігання можливим електричним ураженням. Ці заходи включають використання ізольованих інструментів і прийняття відповідних засобів особистого захисту. Здійснюються періодичні перевірки на виявлення витоків, перегріву та інших несправностей. Важливо своєчасно здійснювати заміну застарілого обладнання та елементів електромережі. Запобігання перевантаженням електромереж є необхідною умовою для забезпечення їх стабільної роботи. Ефективно розподіляються навантаження та використовуються автоматичні вимикачі для уникнення перебоїв. Систематично моніториться навантаження та вчасно розширюється мережа при потребі для підтримання надійності системи. В рамках експлуатації електромереж високого

значення має захист персоналу. Забезпечується належний рівень індивідуального захисту, такий як використання ізольованих інструментів та відповідний спецодяг для зниження ризику електричного ураження під час робіт.

4.2. Оцінка стійкості роботи промислового підприємства до впливу вторинних вражаючих факторів.

Оцінка можливих вторинних вражаючих факторів виконується для побудови стратегії стійкості підприємства до впливу надзвичайних ситуацій. Для проведення оцінки стійкості роботи промислового підприємства до впливу вторинних вражаючих факторів важливо врахувати багато факторів, які можуть вплинути на діяльність підприємства. Вторинні вражаючі фактори відрізняються між собою і це залежить від типу діяльності підприємства та його місця:

1. Пожежа: Пожежі можуть виникнути внаслідок короткого замикання, несправностей обладнання, недбалості персоналу та ін.
2. Вибух: Витоки газів, парів або хімічних речовин можуть призвести до вибухів, що спричинять значні збитки.
3. Хімічні витоки: Витоки агресивних речовин або хімічних реакцій можуть стати причиною небезпеки для працівників та навколишнього середовища.
4. Аварії транспорту: Якщо підприємство має транспортні засоби, аварії на дорозі або під час транспортування матеріалів можуть бути серйозною загрозою.
5. Екологічні катастрофи: Природні явища, такі як повені, землетруси чи урагани, можуть викликати екологічні катастрофи та впливати на функціонування підприємства.
6. Терористичні атаки: Атаки терористів можуть включати вибухи, напади або інші акти насильства, які призводять до надзвичайних ситуацій.
7. Електропостачання: Відключення електропостачання може призвести до припинення роботи обладнання та систем, що може бути критичним для підприємства.

8. Кібератаки: Зловмисники можуть атакувати інформаційні системи підприємства, викликаючи порушення роботи та виток конфіденційної інформації.

9. Пандемії та епідемії: Виникнення інфекційних хвороб може призвести до надзвичайних ситуацій, зокрема відсутності працівників, зменшення виробництва та інших проблем.

У процесі оцінки стійкості важливо враховувати потенційні ризики, вивчати вторинні вражаючі фактори та створювати плани безпеки персоналу та стійкості виробництва під час надзвичайних ситуацій. Перевірки роботи промислового підприємства повинні охоплювати різноманітні аспекти, включаючи електричні системи, електронні обладнання, пожежну безпеку, а також безпеку праці.

4.3. Попередження аварій на виробництвах із застосуванням хлору. Вплив хлору на людей. Перша допомога. Профілактика уражень.

Використання хлору на виробництвах пов'язане з ризиком аварій, і важливо знати, як хлор впливає на людей, а також приймати заходи для попередження та забезпечення безпеки. Для досягнення цього потрібно ретельно продумати та реалізувати плани безпеки, які включають навчання персоналу, встановлення систем спостереження та контролю та регулярне технічне обслуговування обладнання [8].

Хлор може мати негативний вплив на здоров'я людей, особливо якщо його вплив тривалий або інтенсивний. Дихання хлору може викликати подразнення дихальних шляхів, кашель і труднощі з диханням. Контакт з хлором може спричинити сльозотечу, почервоніння шкіри та подразнення очей.

Важливо надати першу допомогу в разі ураження хлором. Це передбачає виведення потерпілого на свіже повітря, миття шкіри та очей водою протягом не менше п'ятнадцяти хвилин і виклику медичної допомоги. Штучне дихання повинно проводитися відразу після зупинки дихання.

Використання засобів індивідуального захисту, таких як захисний одяг, респіратори та окуляри, є важливим способом запобігання впливу хлору. Персонал повинен бути добре навчений правилам і процедурам безпеки, а також навичкам

першої допомоги та планам евакуації. Використання ефективних систем моніторингу та вентиляції, а також регулярне технічне обслуговування обладнання підвищують безпеку на виробництві.

У цьому столітті є приклади аварій на виробництві з хлором. Наприклад Аварія на хімічному заводі Bayer у Сполучених Штатах у 2008 році: тисячі людей з околиць були евакуйовані через вибух і викидання хлору на заводі Bayer. Тим не менш, загрози для здоров'я мешканців і негативних екологічних наслідків вдалося зменшити завдяки швидкій реакції екстрених служб і реалізованим заходам безпеки.

До таких заходів можна віднести:

- Оцінка ризиків: провести комплексний аналіз ризиків для ідентифікації потенційних небезпек та слабких місць у системі безпеки. Визначити можливість виникнення аварій та їх вплив на персонал, обладнання та навколишнє середовище.

- Системи вентиляції та зневоднення: забезпечити ефективні системи вентиляції для усунення витоків хлору та запобігання його накопиченню в приміщеннях. Встановити системи зневоднення для уникнення утворення корозійних продуктів.

- Особистий захист: забезпечити працівників відповідними засобами індивідуального захисту, такими як газомаски, хімічні захисні костюми та окуляри. Навчити персонал користуватися цими засобами та регулярно перевіряйте їх стан.

- Технічні заходи: розробити системи автоматичного виявлення витоків хлору та автоматичного відключення процесу в разі виявлення проблем. Регулярно обслуговувати та перевіряти обладнання, що використовує хлор, для запобігання його поломкам.

- Тренінг та евакуація: навчити персонал правилам безпеки та процедурам евакуації в разі аварій. Проводити регулярні тренування та перевірки евакуаційних планів.

- Комунікація: забезпечте ефективну систему комунікації між працівниками та відповідальними за безпеку. Створіть систему сповіщення та інформування в разі виявлення витоків хлору чи інших небезпечних ситуацій.

– Планування надзвичайних ситуацій: розробити план дій для випадку аварій, включаючи процедури відключення обладнання, евакуації та першої допомоги.

– Стандарти та відповідність: дотримуватися відповідних стандартів та нормативів щодо безпеки промисловості, пов'язаної з хлором на виробництві.

ВИСНОВКИ

У першому розділі проведено аналіз різних існуючих комп'ютерних систем експорту енергії, щоб визначити, наскільки вони ефективні для задач обліку потреб електроенергії у закладах відпочинку, оцінено кілька різних рішень щодо їхнього застосування з урахуванням типу системи та критеріїв, які необхідно оптимізувати.

У другому розділі кваліфікаційної роботи магістра був проведений ґрунтовний аналіз сучасних методів та засобів експорту електроенергії з акцентом на їхню застосовність у закладах відпочинку, що дало змогу визначити певні переваги та недоліки наявних систем контролю електроенергії в контексті енергоефективності та оптимізації споживання.

При проведенні детального аналізу методів було встановлено, що при належній інтеграції та оптимізації ці методи можуть ефективно впливати на зменшення витрат на електроенергію та підвищення стійкості електроенергетичних мереж. Результати аналізу стали основою для розробки алгоритмів щодо поліпшення ефективності експорту електроенергії в закладах відпочинку.

В третьому розділі розробленні алгоритми трьох методів контролю експорту електроенергії у закладах відпочинку, а саме алгоритми методу близнюків, прогностичного моделювання та на основі систем штучного інтелекту, що дало змогу провести їх дослідження та обґрунтування їх переваги та недоліки щодо використання у закладах відпочинку.

Проведено аналіз технічних засобів контролю, а саме мікроконтролера STM32F103C6T6 та аналого-цифрового конвертора для зчитування напруги та надсилання даних на сервер закладу, а також побудовано алгоритм зчитування напруги за їх допомогою.

У четвертому розділі наведені питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Системи енергоменеджменту та їх математичне забезпечення URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/48403299.pdf> (дата звернення: 16.12.2023).
2. Савленко О. К., Якименко Н. М., Колодочкіна А. В., Сорокін В. В. Технології проектування комп'ютерних систем: навч. посіб - Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2017. - 308 с.
3. Лахно В. А., Гусев Б. С., Смолій В. В., Місюра М. Д., Касаткін Д. Ю. Технології проектування комп'ютерних систем (частина 1). К.: НУБіП України. 2019. 205 с.
4. Електропостачання промислових підприємств URL: https://eprints.kname.edu.ua/44625/2/ЕПП_укр_14.11.16.pdf (дата звернення: 18.12.2023).
5. Teledesic. Technology Overview. URL: <http://www.teledesic.com/tech> (дата звернення: 18.12.2023).
6. Sustainable Energy Management Solution-Grid Logic Solar City URL: <http://www.solarcity.com/commercial/sustainable-energy-solution> (дата звернення 19.12.2023 р.).
7. Впровадження систем енергоменеджменту на промислових підприємствах: коротка інформація URL: <http://www.ukriee.org.ua/wp-content/uploads/2015/09/Korotkiy-opis.pdf> (дата звернення 19.12.2023 р.).
8. Стадник І.Я., Зварич Н.М. "Оцінка хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) небезпечних хімічних речовин та застосуванні хімічної зброї" ТНТУ. 2020. 36С.
9. Управління енергією: з чого почати шлях до енергоефективності URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/12/22/708004> (дата звернення 19.12.2023 р.).
10. Бохонко І. В. Особливості формування ринку електроенергії України на конкурентних засадах/ І. В. Бохонко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2015. - №3. С. 33-37

11. Ринок електроенергії в Україні. Проблеми вдосконалення URL: <http://www.niss.gov.ua/Monitor/april08/14.htm> (дата звернення 19.12.2023 р.).
12. Зацерковний В. І. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, В. К. Демидов. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 236 с.
13. Іванець С. А., Зубань Ю. О., Казимир В. В., Литвинов В. В. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки: монографія. Суми: Сумський державний університет. 2016. 315с.
14. Коба О.В., Масловський Б.Г., Дрововозов В.І. Технології проектування комп'ютерних систем: навч.посіб. К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2015. 500 с.
15. Оптовий ринок електричної енергії України: утворення, функціонування, розвиток / Заг. ред. З. Ю. Буцьо. К.: ЦОІ «Енергобізнес», 2012. 111 с.
16. Розроблення стартап-проекту: Методологічні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. Ред. О.А. Гавриша. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 28с.
17. Паламар М., Стрембіцький М., Паламар А. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів: навчальний посібник. Тернопіль, 2018. 149 с.
18. Тиш Є.В., Крамар Т.І. Сучасні технології роботи комп'ютеризованих систем експорту електроенергії. Матеріали Х науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (13-14 грудня 2023 року). Тернопіль: ТНТУ. 2023. С. 170.
19. Тиш Є.В., Крамар Т.І. Методи та засоби забезпечення стабільного функціонування електромереж під час погодних аномалій. Матеріали Х науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (13-14 грудня 2023 року). Тернопіль: ТНТУ. 2023. С. 170.

20. ROSS, R. Paul; MORGAN, Sheila; HILL, Collin. Preservation and fermentation: past, present and future. *International journal of food microbiology*, 2002, 79.1-2: 3-16.

21. О. В. Шевченко, Г. М. Осухівська, М. Я. Горінин Побудова моделі поточного стану елементів комп'ютерної мережі. Актуальні задачі сучасних технологій: матеріали науково-техн. конф., м.Тернопіль, 25-26 листопада. 2015 р. ст.70-71.

22. Optimal Control of Beer Fermentation Process Using Differential Transform Method / M. Shehu та ін. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2017. Т. 21, № 4. С. 751. URL: <https://doi.org/10.4314/jasem.v21i4.16> (дата звернення: 20.12.2023).

23. Огляд програми «Change2twin» URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2022/07/29/change2twin-2nd-open-callchange2twin-2nd-open-call-dih-kpi/> (дата звернення: 20.12.2023).

24. ІТ технології: застосування в енергетиці URL: <https://kosatka.media/category/blog/news/it-tehnologii-v-energe> (дата звернення: 20.12.2023).

25. Штучний інтелект в енергетиці аналітична доповідь URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzheno-sukhodolya_02-1.pdf (дата звернення: 22.12.2023).

26. Digital twin of the postgraduate education institution as an ecosystem of professional development URL: https://www.researchgate.net/publication/357593244_DIGITAL_TWIN_OF_THE_POSTGRADUATE_EDUCATION_INSTITUTION_AS_AN_ECOSYSTEM_OF_PROFESSIONAL_DEVELOPMENT. (дата звернення: 22.12.2023).

ДОДАТОК А Тези
конференції

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

XI НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



13-14 грудня 2023 року

ТЕРНОПІЛЬ
2023

О.А. Дячук; Р.О. Жаровський УПРАВЛІННЯ ПОТОКОМ ЗА КРИТЕРІЯМИ ДОСТУПНОСТІ O.A. Diachuk; R.O. Zharovskyi FLOW CONTROL BY ACCESSIBILITY CRITERIA	151
Ю.І. Залісковий, Ю.З. Лещини, А.В. Варавін МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ І АНАЛІЗУ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ІНТЕРНЕТ ПРОВАЙДЕРАМИ Y.I. Zaliskovyi, Y.Z. Leshchyshyn, A.V. Varavin METHODS OF MONITORING AND ANALYSIS OF NETWORK INFRASTRUCTURE BY INTERNET PROVIDERS	152
Ю.І. Залісковий, Ю.З. Лещини, А.В. Варавін ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ВЕБ-РЕСУРСУ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ПРОВАЙДЕРАМИ Y.I. Zaliskovyi, Y.Z. Leshchyshyn, A.V. Varavin SELECTION OF TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF A WEB RESOURCE FOR NETWORK MONITORING BY INTERNET PROVIDERS	153
І. Кардаш, Ю. Лещини, А. Варавін КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДЛЯ ЗАДАЧІ МОНІТОРИНГУ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ I. Kardash, Yu. Leshchyshyn, A. Varavin WORK EFFICIENCY CRITERIA FOR THE LOCAL NETWORK MONITORING TASK	154
І. Кардаш, Ю. Лещини, А. Варавін МОНІТОРИНГ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ I. Kardash, Yu. Leshchyshyn, A. Varavin MONITORING OF THE EFFICIENCY OF LOCAL NETWORKS	155
Н.М. Ковтун; Р.О. Жаровський АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ N.M. Kovtun; R.O. Zharovskyi ALGORITHMIC PROVISION OF INTRUSION DETECTION SYSTEMS	156
Д. Козарик, Ю. Лещини МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДІВ ПОТОКОВОГО ШИФРУВАННЯ ТА ПЕРЕДАВАННЯ ФОТОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ D. Kozaryk; Yu. Leshchyshyn SIMULATION OF STREAM ENCRYPTION METHODS AND TRANSMISSION OF PHOTOGRAPHIC IMAGES	157
Д. Козарик; Ю. Лещини МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОТОКОВОГО ШИФРУВАННЯ ТА ПЕРЕДАВАННЯ ФОТОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ D. Kozaryk; Yu. Leshchyshyn METHODS AND MEANS FOR CONSTRUCTING A COMPUTER SYSTEM FOR STREAM ENCRYPTION AND TRANSMISSION OF PHOTOGRAPHIC IMAGES	158
Т. І. Крамар; С. В. Тиш СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ T. Kramar; Ie. Tysh MODERN WORK TECHNOLOGIES COMPUTERIZED ELECTRICITY EXPORT SYSTEMS	159
Т. І. Крамар; С. В. Тиш МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ ПІД ЧАС ПОГОДНИХ АНОМАЛІЙ. T. Kramar; Ie. Tysh METHODS AND MEANS OF ENSURING STABLE FUNCTIONING OF ELECTRICAL NETWORKS DURING WEATHER ANOMALIES	160

УДК 004.7; 621.3.

Т. І. Крамар; Є. В. Тиш, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕКСПОРТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

T. Kramar; Ie. Tysh, Ph.D

MODERN WORK TECHNOLOGIES COMPUTERIZED ELECTRICITY EXPORT SYSTEMS

Сучасне суспільство двадцять першого століття неможливо уявити без стабільного та безперебійного електропостачання, яке забезпечує роботу підприємств, забудову житлових районів, функціонування транспорту та багато інших аспектів повсякденного життя. Ці системи надають детальну інформацію про виробництво, передачу та споживання електроенергії. Реалізація систем керування дозволяє оптимізувати потік електроенергії, реагуючи на зміни попиту та можливостей енергетичної системи.

Кроком у сучасному розвитку в управлінні електромережами стало використання смарт-мереж. Ці системи дозволяють ефективно взаємодіяти з різними джерелами виробництва та споживання електроенергії, сприяючи оптимізації розподілу електроенергії та забезпечуючи стійкість системи. Фактично — це модернізовані мережі з використанням останніх IT-рішень. У мережі інтегровані комунікаційні технології, а також технології для збору інформації про виробництво, передачу та споживання електроенергії, ефективного контролю і управління мережею.

В залежності від типу керованої мережі можна відокремити системи керування передачею електроенергії (TMS) і системи керування розподілом електроенергії.

Системи керування передачею електроенергії – це системи, що орієнтовані на керування трансмісійними мережами, які передають електроенергію на великі відстані від місця виробництва до пунктів розподілу та споживачів.

Їх функції ділять на:

- моніторинг та управління трансмісійними лініями;
- прогнозування та вирішення проблем, пов'язаних з напругою та навантаженням в мережі передачі;
- оптимізація потоків електроенергії для забезпечення ефективного використання ресурсів.

Системи керування розподілом електроенергії, в свою чергу, направлені на управління нижчими рівнями електроенергетичних мереж, що включають розподільчі мережі для постачання електроенергії споживачам у конкретних регіонах. Керівництво енергетичною системою відбувається завдяки взаємодії різних систем керування, що дозволяє оптимально використовувати ресурси та вирішувати проблеми, пов'язані з енергетичною безпекою та стабільністю мережі.

Література

1. Modernizing the Electric Power System to Support URL: <https://napNationalacademies.org/read/21712/chapter/8> (дата звернення: 25.11.2023).
2. Smart Grid URL: https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html (дата звернення: 27.11.2023).

УДК 004.7; 621.3.

Т. І. Крамар; Є. В. Тиш, к.т.н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ ПІД ЧАС ПОГОДНИХ АНОМАЛІЙ.

T. Kramar; Ie. Tysh, Ph.D

METHODS AND MEANS OF ENSURING STABLE FUNCTIONING OF ELECTRICAL NETWORKS DURING WEATHER ANOMALIES.

Забезпечення стабільної роботи електромереж та збереження безпеки людей в умовах погодних аномалій є ключовим завданням, що вимагає комплексного підходу та впровадження ефективних заходів. В умовах сучасного технологічного розвитку, де Енергетична інфраструктура є життєво важливою для суспільства; дотримання правил безпеки та ефективне управління ризиками дуже важливими.

Заходи для забезпечення стабільної роботи електромереж включають в себе широкий спектр технічних, технологічних та організаційних заходів, спрямованих на запобігання відмов, збільшення надійності і забезпечення безпеки. Один із ефективних заходів - це впровадження систем моніторингу та прогнозу погоди, що дозволяє адаптувати роботу електромереж до змінних умов. Застосування технологій «розумних мереж» дозволяє автоматизовано реагувати на потенційні проблеми та надзвичайні ситуації. Результативним заходом проявив себе метод диверсифікації джерел енергії, тобто зменшення залежності від одного джерела енергії та використання різних джерел, включаючи відновлювальні, це допомагає створити стійку систему, яка може пристосовуватися до змін у виробництві енергії. Найпростішим і невідемним варто відзначити необхідність організованого і систематичного ремонту, обслуговування та модернізації елементів електромережі для підвищення її надійності та тривалісті служби електромережі.

Протягом двадцять першого століття великі міста стикалися з багатьма проблемами в управлінні погодними ризиками, що призвело до небезпечних наслідків для енергетичної інфраструктури та безпеки громадян. Наприклад, Зимовий шторм в Торонто в 2013 році (Торонто, Канада) коли значний об'єм льодяного дощу та снігу призвів до обриву дротів електропередач та руйнування опор мереж, що призвело до великих відключень електропостачання в Торонто. Недостатній запас резервних систем та погана координація в управлінні кризовими ситуаціями спричинили значні труднощі для владних органів. Роботи з відновлення електропостачання тривали кілька днів а усіх наслідків тижні.

У сучасному світі важливо враховувати інноваційні рішення, такі як використання відновлювальних джерел енергії, акумулюючих систем, та вдосконалення технологій прогнозу погоди попередження можливих загроз електромережам. Забезпечення роботи електромереж в умовах погодних аномалій є актуальною задачею, яка потребує поєднання традиційних та інноваційних підходів для забезпечення життєвої важливої інфраструктури та захисту громадської безпеки.

Література

1. Grid Stability Issues With Renewable Energy Sources URL: <https://www.hivepower.tech/blog/grid-stability-issues-with-renewable-energy-how-they-can-be-solved8> (дата звернення: 03.12.2023).

2. Modernizing the Electric Power System to Support URL: <https://napNationalacademies.org/read/21712/chapter/8> (дата звернення: 02.12.2023).